

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник
(підпис)

“ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

на тему: Оправка розточна збірна

Виконав: студент_3_ курсу, групи МІ-пб1

(шифр групи)

Таран Євгеній Сергійович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Красновид Д.О. _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

[illegible]

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 133 Технологія машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.А.Пасічник

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шаран Євгеній Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Опівка розточна збірна

керівник проекту Храссовид Дмитро Александрович,
К.т.н., доцент каф. УТМ (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту 30.05.2019

3. Вихідні дані до проекту Оброблюваний матеріал – сталь 45
поверхні, що обробляються: зовнішні та внутрішні
(фланці зовні), поверхні одформлення, торці, канавки.

4. Зміст пояснювальної записки Опис конструкції інстру-
ментів для зовнішнього та внутрішнього
точіння. Вибір технології виготовлення, розрахунок
швидкості різання та припуск на одформлення, відір та розрах.
техн. кресл., розрах. кт для верстата ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Опис конструкції,
Складальний креслення інструментів, креслення
шпіндлів інструментів, таблиці операцій тех. кресл.
приміщення для одформлення ст. на одформлення
поверхні під твердотіловою пластмасою, візуалі-
зація одформлення корпусу інстр. на верст. з ЧПК.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

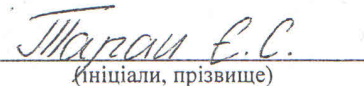
7. Дата видачі завдання 06.03.2019 р.

Календарний план

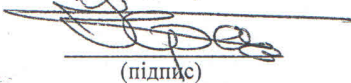
№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд конструкції інструментів	20.03.19	
2.	Розробка конструкції розробки трапа	03.04.19	
3.	Розробка технічної виробки	17.04.19	
4.	Вибір та розрах. технічних параметрів	01.05.19	
5.	Керування виготовленням деталей з ЧПК	15.05.19	
6.	Виконання конструкції-геометричної виробки етапів при роботі інструмента	20.05.19	


Студент


(підпис)


(ініціали, прізвище)

Керівник проекту


(підпис)


(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.А.Пасічник
Від "___" _____ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Оправа розточна збірна
Зміст проекту	розробити конструкцію оправи розточної збірки для оброблення зовнішніх та внутрішніх поверхонь
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матеріал деталі - сталь 45 2. Поверхні, що обробляються: зовнішні та внутрішні (фільми, зовнішні), поверхні бортання, торці, канавки 3. Розточна гостина оправи розточної збірки - із змішаними елементами виконавцями з твердого сплаву 4. Кількість різальних елементів - один 5. Кріплення різального елемента - механічне, 6. Тип хвостовика - циліндричний; 7. Підведення охолоджувальної рідини - внутрішнє.
Особливі вимоги	Забезпечити можливість оброблення поверхонь різних типів (зовнішні, внутрішні, торці, канавки) одним інструментом

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Оправки розточні зі змішаним ріжальним елементами для оброблення сталевих заготовок на верстатах з ЧПК. Зміни ріжальних елементів механічно
ОП	1. Робочий пресення оправки розточної 2. 3D модель
ТС	4 Операції з вказаними режими в різанні та прорізній руху інструмента: - токарна операція; - фрезерна; - свердління операція; - шліфування операція
СК	Конструювання припускувальних для фрезерування нахилених поверхонь під кутом з твердості сталі
СП	Роботка КТ для верстата з ЧПК, візуалізація процесу обробки
НУ	Завантаження ріжальних елементів при обробленні.
Студент <u>Марин Е.С.</u>	дата <u>"06" березня 2019</u> р.
Викладач <u>Засновник Д.О.</u>	дата <u>"06" 03 2019</u> р.

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
ОП – об'єкт проектування.
ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
СП – спеціальна складова.
НУ – наукова складова.

АНОТАЦІЯ

Метою дипломного проекту є проектування оправки розточної збірної, яка застосовується для обробки внутрішніх та зовнішніх циліндричних поверхонь, свердління отвору, точіння внутрішніх канавок та підрізання торця. Даний інструмент оснащений змінними твердосплавними пластинами, які надійно закріплені в корпусі інструменту. Також було проаналізовано конструкції інструментів для оброблення різних типів поверхонь, створене робоче креслення та 3D модель інструменту, розроблено технологію виготовлення і розраховано режими різання, вибрано та розраховано технологічне пристосування для фрезерування посадочних поверхонь під пластину з твердого сплаву, представлена керуюча програма для верстату з ЧПК та візуалізація процесу обробки.

Ключові слова: оправка розточна збірна, точіння внутрішніх канавок, змінні твердосплавні пластини, режими різання, технологія виготовлення, технологічне пристосування, візуалізація процесу обробки.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANOTATION

The purpose of the diploma project is the design of the mandrel of the blade assembly, which is used for the treatment of internal and external cylindrical surfaces, drilling a hole, rolling the grooves and trimming the ends. This tool is equipped with replaceable carbide plates, which are securely mounted in the tool casing. The structure of the tools for processing various types of surfaces was also analyzed, a working drawing and a 3D model of the tool were created, a production technology was developed and cutting patterns were calculated, a technological device for milling the landing surfaces under a solid alloy plate was selected and calculated, the control program for the CNC machine and visualization of the processing process are presented.

Key words: The mandrel is a hatchet team , sharpening of internal grooves, carbide plate variables, cutting modes, manufacturing technology, technological adaptation, visualization of the processing process.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА АНАЛІЗ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ	9
1.1 Огляд конструкцій для виготовлення оправки розточної збірної.....	9
1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту.....	20
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ.....	22
2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструменту.....	22
2.2 Аналіз геометричних параметрів оправки розточної збірної.....	26
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ.....	27
3.1 Вибір заготовки.....	27
3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	27
3.3 Вимоги до виготовлення інструменту.....	31
3.4 Розробка технологічного процесу.....	43
3.5 Розрахунок режимів різання.....	46
3.6 Визначення режимів різання та зусиль, з якими працює оправка.....	55
4 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	61
4.1 Огляд конструкції пристосування.....	61
4.2 Розрахунок сил закріплення деталі в пристосуванні.....	64
5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТУ З ЧПК.....	68
5.1 Керуюча програма для механічної обробки оправки розточної збірної....	68
6 АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ РОБОТІ ІНСТРУМЕНТУ.....	72
6.1 Аналіз напружень, які виникають під час обробки матеріалу.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ДОДАТКИ

					ДПБ.ММІ.МІ-п61 17.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Таран Є.С..			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Красновид					3	
Реценз.						НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського ММІ, МІ-п61		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Розточувальний інструмент набув широке застосування в металообробній промисловості, і є одним з найбільш поширеним інструментом у машинобудуванні. Інструмент для розточування отворів призначений для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь різного діаметра, глухих та наскрізних отворів. Поява такого інструмента зробила величезний вплив на конструкцію самого верстату, де застосовується даний інструмент.

За останній час, більш широке поширення отримали розточні оправки з механічним кріпленням різальних пластин, які не переточуються та виготовлені із твердого сплаву. Такий інструмент простий в експлуатації, забезпечує підвищення стійкості та скорочення ремонтних робіт інструмента. Зазвичай корпус інструментів та елементи кріплення виготовляють зі сталей таких як: Сталь 45, 40Х, У7, У8 та інші. Більш поширеною у виготовленні корпусу інструменту використовується сталь 45, з неї виготовляють державки різноманітних різців, розточувальні оправки, хвостовики для інших металорізальних інструментів, корпуса збірних фрез та інші. Інструменти, що працюють у тяжких умовах, частіше виготовляють зі сталі 40Х. Після загартування в маслі й відпустку забезпечується високою твердістю та збереження точності пазів, у які уставляються змінні різальні пластини. Токарні верстати на яких застосовуються розточувальні оправки, займають 30-40% від всіх металорізальних верстатів. Існують виробництва, де токарна група верстатів займає 80-90 % від усього заводського обладнання.

Розточні оправки мають різні конструкції, характеристики, види, габаритні розміри, які не завжди можуть підійти для виготовлення певної деталі. Тому відповідно до технічного завдання, розробимо технологічний процес для виготовлення оправки розточної збірної, яка матиме менші габарити ніж звичайна оправка, матиме високу стійкість, простоту у виготовленні, при цьому виконуючи ті ж самі функції

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА АНАЛІЗ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ

1.1 Огляд конструкцій для виготовлення оправки розточної збірної

Останнім часом циліндричні хвостовики набули більшої популярності серед металорізальних інструментів. Циліндричний хвостовик простий у виготовленні, забезпечує легку зміну і регулювання інструменту в осьовому напрямку. Найчастіше такі хвостовики застосовуються серед мітчиків, свердл, розверток, кінцевих фрез та інших інструментів. Зазвичай діаметр самого хвостовика збігається з діаметром робочої частини, але бувають випадки, коли діаметр робочої частини тонший. Це зроблено для більш надійного і міцного кріплення. Циліндричний хвостовик забезпечує більшу площу контакту, що дозволяє точне базування в патроні.

Циліндричні хвостовики дозволяють здійснювати кріплення інструменту в патронах металорізальних верстатів, за допомогою однієї або двома лисками, а також хвостовики гладкої форми. Хвостовики з лискою використовуються для фіксації в патронах з затискними гвинтами, а для затискання гладкої форми в звичайних затискних патронах.

Такий хвостовик дає можливість регулювати виліт інструмента з патрона, таким чином збільшуючи можливості обробки деталі. До недоліків можна віднести неможливість передачі великого крутного моменту через прокручування хвостовика в патроні.

Застосування односторонньої лиски на циліндричному хвостовику дозволяє запобігти поломки різального інструменту при зіткненні з криволінійною поверхнею деталі, а також для її щільного з'єднання з площиною іншої деталі. На рис. 1,1 зображена лиска, яка дозволяє надійне та швидке кріплення в патроні притискним елементом. Даний зріз слугує для точного позиціювання в патроні та регулювання вильоту з патрона. Лиска забезпечує щільне з'єднання з площиною іншої деталі та дозволяє утримувати інструмент від обертання.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Двосторонні лиски розташовуються на рівній відстані від осі і паралельно один одному. Вони призначені для захоплення і утримання деталі від обертання або навпаки для повороту деталі, наприклад, за допомогою ключа. Лиски можуть перебувати на краю або в будь-якій іншій частини деталі. На кресленнях лиски вказують її відстань до осі або між двома паралельними лиски, також вказується довжина лиски.

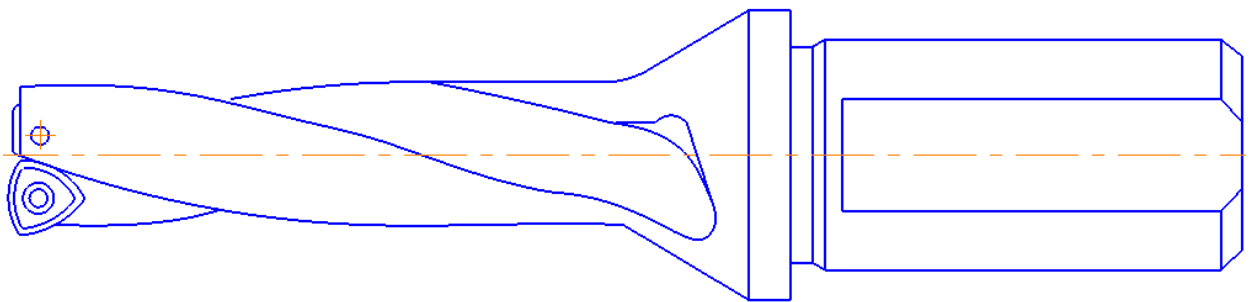


Рисунок 1.1 – Свердло спіральне зі змінними пластинами [4]

Отже, застосування циліндричного хвостовика дозволяє швидко кріплення інструменту в патроні, тим самим економлячи час на зміну та переналагоджування різального інструменту. Наявність лиски на циліндричному хвостовику дозволяє інструменту жорстко кріпитися в патроні, передавати великий крутний момент та працювати з великими навантаженнями.

Для більш швидкого позиціювання та регулювання положення інструменту в патроні застосовують кільцеву виточку. Кільцева виточка зазвичай знаходиться на хвостовій частині. Технологія виготовлення кільцевої виточки дуже проста та не потребує спеціального інструменту та обладнання. При встановленні інструменту в патроні, інструмент фіксується в патроні, за допомогою шариків радіусом подібним до радіусу виточки, тим самим не дає можливість випаданню інструменту під час його закріплення. Якщо на металорізальному інструменті є кілька виточок, які знаходяться на відстані одна від одної, це дає змогу більш швидко регулювання інструменту в патроні та швидке закріплення в ньому.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машинобудівна промисловість ніколи не стоїть на місці, з кожним часом відбувається процес удосконалення верстатів та пристосувань для швидкої та точної обробки з ними. Найбільш ефективною на сьогоднішній день стала поява нових металорізальних інструментів зі змінними різальними елементами у вигляді пластин. Поява такого інструмента зробила грандіозний крок в металообробці. Сучасні металорізальні інструменти зі змінними пластини є поширеними серед інших інструментів і дуже зручні у використанні. На відміну від тих інструментів, які випускаються в цілісному варіанті, тут можна змінювати пластину, на якій знаходиться різальна кромка, щоб почати виконувати інший тип робіт. Це істотно прискорює робочий процес. Якщо інструмент сильно зносився або зламався, то його дуже легко буде замінити, не перериваючи виробничий процес на довгий час.

Різець зі змінними пластинами виготовляється з різних матеріалів, тому для фахівців набагато легше мати кілька різних пластин для одного інструмента, ніж купувати їх в цілісному виконанні. Це дозволяє розширити діапазон взаємодії з робочою поверхнею, так як для кожної заготовки потрібні свої токарні різці зі змінними пластинами.

Купівля змінних пластин коштує набагато дешевше, ніж самих інструментів з напаяними пластинами. Механічні різці зі змінними пластинами дозволяють помітно збільшити продуктивність. На відміну від різців з напаяними пластинами, змінні різальні пластини мають більшу вартість, але вони можуть обробляти деталі з різного матеріалу, бути стійким до підвищення температури та стійкими до удару під час обробки матеріалу. Змінними різальними пластинами оснащують токарні різці ,свердла, фрези, мітчики та інші.

Застосування пластин в таких інструментах значно збільшує термін експлуатації під час роботи та немає необхідності в переточці напаяної пластини які застосовуються в цільному інструменті. Важливо те, що використання такого різального інструменту температура та сила різання під

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

час обробки знижується на 40%. Для виготовлення змінної пластини використовують тверді сплави, завдяки їхнім характеристикам можливо виконувати роботу збільшивши режими різання, тим самим забезпечується підвищення продуктивності на виробництві. Доцільно використовувати інструмент зі змінними твердосплавними пластинами, і в тому випадку, якщо стоїть завдання автоматизації технологічних процесів, що особливо актуально в умовах дрібно та середньосерійного виробництва, де номенклатура виробів може змінюватися досить часто. Також пластини розрізняються за типом сплаву, що визначає їх характеристики і сферу застосування. Для чорнової обробки часто використовується оснащення зі сплаву ВК8. Даний матеріал призначений для роботи з конструкційними сталями, сірим чавуном і різними складними в обробці сплавами. Елементи виконані зі сплаву Т15К6 частіше застосовують для напівчистої або чистої обробки легованих і вуглецевих сталей.

Перевагами такого інструменту зі змінними різальними елементами є більш висока продуктивність. З економічної точки зору забезпечується зниження витрат на заміну і утилізацію пластини на відміну від інструменту с напаяними твердосплавними пластинами. Такий інструмент забезпечує менший простій обладнання при заміні та налагоджуванні робочої частини інструмента, що особливо важливо при експлуатації сучасних дорогих верстатів з ЧПУ і автоматичних ліній. Надання більш сприятливих умови для нанесення зносостійких покриттів на пластину, а отже, і продуктивність процесу обробки буде значно більшою. Не менш важливішим фактором буде те, що використання такого елемента приносить менші втрати дефіцитних матеріалів вольфраму, кобальту, за рахунок підвищеного повернення пластин на переробку. Всі сучасні моделі змінних різальних елементів для токарних різців уніфіковані, що дає можливість легко підібрати оптимальний варіант для певного типу обробки і марки металу заготовки.

Завдяки застосуванню змінних твердосплавних пластин з механічним

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпленням значно збільшується термін служби державки токарного різця та повторного використання його. До незначних недоліків можна відзначити лише те, що дані вироби можуть зламатися, якщо зробити неправильне кріплення пластини, а самі вироби є менш довговічними, хоча в економічному плані і виходять набагато вигідніше.

Механічне кріплення твердосплавних пластин дозволяє виключити один з головних недоліків відрізних різців з напаяними пластинами - низьку надійність в роботі, зумовлену виникненням мікротріщин при пайці та заточуванні, деформація сталевих робочих частин при заточуванні допоміжних, що призводить до зниження жорсткості різця. Навіть при незначному пошкодженні пластини в процесі різання різця, як правило, виходить з ладу і непридатний для подальшого використання. Щоб уникнути появи тріщин, вдосконалюють способи напайки пластин, створюють умови для рівномірного їх нагрівання і охолодження. Повністю усунути розтріскування пластин при напайці не вдається через різні швидкості розширення і стиснення при нагріванні або охолодженні твердосплавних пластин і матеріалу корпусу. Тому прагнуть замінити пайку механічним кріпленням твердосплавних пластин. Стійкість таких інструментів значно вище, ніж з напаяними пластинами. На даний час існує велика різноманітність конструкцій металорізальних інструментів з механічним кріпленням твердосплавних пластин, які забезпечують легкість та компактність зміни різального елемента. Найпоширенішим видом кріплення є прижим пластини зверху, також притискання гвинтом через отвір, гвинтом який має конічну головку.

Негативні та негативно-позитивні пластини найчастіше закріплюються притисканням зверху. Якщо сили різання невеликі, то такі пластини закріплюють звичайним гвинтом, який забезпечує простоту та компактність у зміні пластини. Найбільш поширеним видом кріплення пластини являється притискання пластини гвинтом зверху.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Така технологія дозволяє швидке та надійне кріплення не використовуючи спеціального обладнання. При механічному кріпленні пластин значно скорочуються витрати на експлуатацію різців, підвищується їх стійкість на 30% і більше, зменшується число переточки, в тих випадках застосовують інструмент з пластинами, які не переточуються. При виборі способу базування пластинок з механічним кріпленням слід враховувати що сили різання повинні сприйматися жорсткими опорами державки, а направлення зусиль притискання повинно співпадати з основним направленням сил різання. В конструкціях різців рекомендується базування пластин на твердосплавну підкладку, яка оберігає корпус державки від пошкодження в випадку поломки пластини. Різці з багатограними пластинами які не переточуються із твердих марок сплавів T14K6, T15K6, BK6, BK8 застосовують для токарної обробки деталей на автоматичних лініях та верстатах автоматах.

Різці з механічним кріплення пластин складаються із корпусу (державки), змінної багатогранної пластини, вузла базування та механічного кріплення. До переваг інструмента з механічним кріпленням відносять підвищення міцності пластини, дякуючи відсутності внутрішніх напружень, які виникають при пайці. Забезпечує значну економію конструкційної сталі в наслідок багаторазового використання корпусу інструменту. Дозволяє більше скорочення витрат на експлуатацію: виключення дорогих повторних переточок, скорочення простою в зв'язку з заміною різального елементу. Експлуатаційні властивості різця багато в чому залежать від конструкції вузла кріплення пластини і схеми її базування. В даний час рекомендується використовувати 4 борових вузла закріплення пластини - С, Р, S, М. С – для кріплення гладких пластин, для більшості операцій зовнішньої обробки. Р – застосовується в різцях для чорнової та напівчистої обробки. S – використовується в інструменті для внутрішньої та зовнішньої обробки. М – для кріплення пластин, які мають центральний отвір, також для чорнової та

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напівчистої обробки. Пластини без отвору закріплюються за методом С. Твердосплавну металорізальну ластину встановлюють в паз і базують по опорній і бічній поверхнях. При цьому досягається висока точність базування. Різальний елемент утримується в пазі за рахунок сили тертя створюваної зусиллям притискання. Ці конструкції застосовуються для кріплення пластин, які працюють при невеликих зусиллях різання, тобто для чистої і напівчистої обробки. Великі зусилля різання можуть призвести до зміщення пластини.

Ці конструкції застосовуються для кріплення твердосплавних пластин, мінералокераміки і надтвердих матеріалів. На універсальному обладнанні широко застосовуються конструкції з кріпленням притисканням зверху і базуванням по отвору. Такі конструкції надійні в роботі і на грубих режимах обробки, так як забезпечують достатню жорсткість кріплення, в тому числі динамічну. Точність базування пластин нижче ніж у всіх інших схем. При повертанні та заміні пластини вершина займає певне положення так як базування проводиться по поверхнях отворів і рухомого упору притискання. Разом з тим конструкція залишає відкритою допоміжну різальну кромку, що підвищує універсальність інструменту.

Найбільш поширені випускаються більшістю інструментальних заводів і конструкції з кріпленням за іншою схемою. Наприклад кріплення так званим L - подібним важелем, забезпечуючи хороше відведення стружки з відкритою передньою поверхнею. На універсальному обладнанні найчастіше застосовується метод М. На різцях малих перетинів, коли недостатньо місця для розміщення деталей кріплення, застосовують конструкцію кріплення гвинтом через центральний отвір - метод S. Таке кріплення можливо тільки для спеціальних пластин, що мають конічну форму отвору. До переваг відносять компактність вузла закріплення, зручне відведення стружки. До недоліків відносять істотні витрати часу при зміні пластини (потрібно вивернути гвинт), складність виготовлення спеціальної форми пазу для

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластини. Для закріплення пластин на корпусі виконуються паз. Форма пазу відповідає формі пластини, а розміри розраховують залежно від розмірів пластин.

Механічне кріплення різальних пластинок твердого сплаву має великі переваги перед цільною напаяними конструкцією різців. На рис. 1.2 зображено різець з механічним кріпленням пластини, яке дозволяє швидку зміну різального елемента, не витрачаючи при цьому багато часу. При механічному кріпленні спрощується інструментальна кількість інструменту і зменшується витрата конструкційної сталі на виготовлення державок, так як при цьому способі на відміну від способу напайки корпус державки можна багаторазово використовувати після повного зносу ріжучих пластинок. Крім того, в одній і тій ж державці можна закріплювати різальні пластинки різних твердих сплавів, це у багато разів скорочує кількість уживаних у виробництві державок.

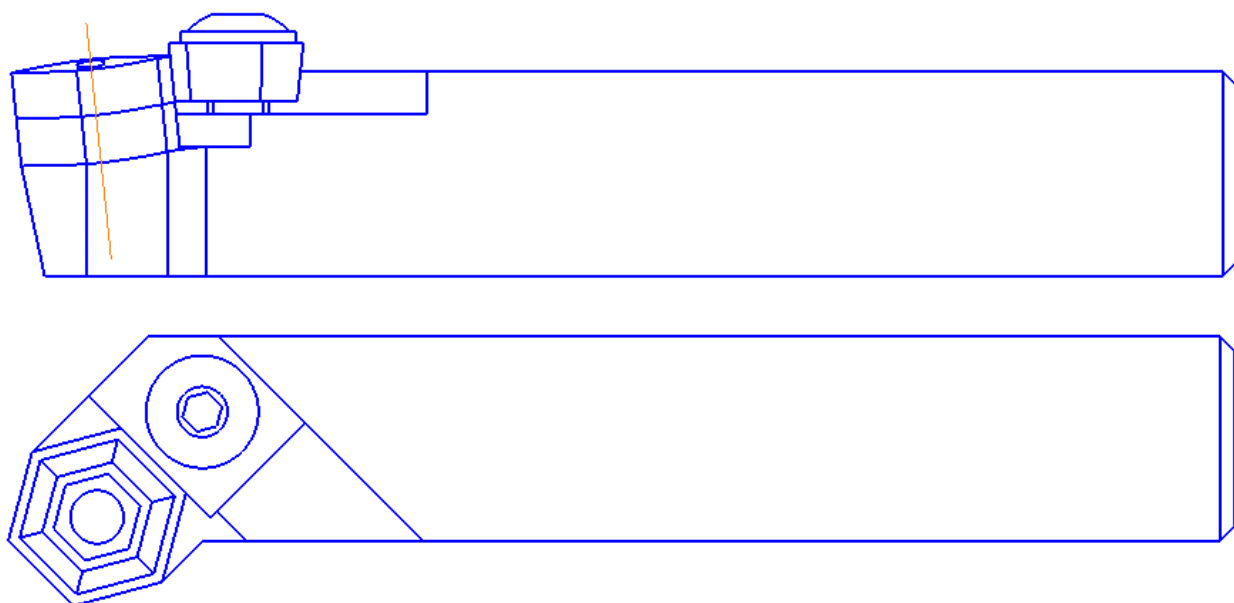


Рисунок 1.2 – Різець з механічним кріпленням пластин [4]

Застосування різців з механічним кріпленням різальних пластинок створюють сприятливі умови для централізованого заточування і доведення інструменту, зменшується також витрата абразивів, оскільки під час заточування різальних пластинок немає необхідності заточувати державки

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різців. Нарешті відпадає сама операція припаювання різальних пластинок і виключається можливий при утворенні тріщин. Широке застосування в промисловості знайшли різці з багатограними пластинками які не переточуються. Питома вага цих різців в 1965 році перевищила 40% всіх твердосплавних різців, виготовлених централізовано інструментальними заводами. «Заточення» нових пластин проводиться тільки по фаскам (уздовж різальних кромок, по вершині торця) на доводочному чавунному диску із застосуванням пасти карбіду бору. Після затуплення всіх різальних кромок пластини не переточуються, а повертаються в переробку.

Якщо спочатку багатогранні пластини застосовувалися в найбільш простих видах інструменту, то в даний час вони успішно застосовуються і в конструкціях більш складних інструментів: копіювальних, розточувальних, різьбонарізних, а також інструментальних для автоматів та автоматичних ліній. На універсальних токарних верстатах і верстатах з програмним управлінням широке застосування повинні знайти нові відрізні та канавкові різці.

Різці з механічним закріпленням пластинок, хоча і виключають трудомістку операцію припаювання, разом з тим мають свої недоліки. У порівнянні з цільними різцями у різців цього типу різко збільшується невживана частина пластинки твердого сплаву, яка у більшості різців складається з довжини частини пластинки, необхідної для її закріплення в державі, і відстані від різальної кромки до робочого уступу стружколомача. Наприклад при чистовому точінні сталі на великих верстатах ця відстань досягає 20-25 мм і в основному визначає довжину невикористаної частини пластинки твердого сплаву. Наведене обставина сприяє підвищенню витрати твердих сплавів і часто викликає необхідність використання нестандартних твердосплавних пластин. Недоліком механічного кріплення пластинок твердого сплаву є, крім того, недовгий термін служби державки різця або підкладки під пластину, так як при першій же поломці різальної пластинки зазвичай пошкоджується і її опорна площа на державці. Недоліком також є не універсальність механічного кріплення різальної пластини, тобто

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

неможливість в більшості випадків створення за єдиною схемою ряду типорозмірів стандартних твердосплавних пластинок. Тому у промисловості знаходять застосування збірних різців з механічним закріпленням змінного ножа-вставки який оснащений твердосплавною пластиною. Твердосплавний збірний різець з ножами - вставками особливо придатний для важких умов обробки при знятті великих припусків на токарних і карусельних верстатах. На універсальних верстатах з висотою центрів 160-400 мм ефективно використовуються різці, які володіють високою жорсткістю і міцністю. Для важкого і унікального обладнання можна рекомендувати різці з клиновим кріпленням литих вкладишів. Сили різання заклинюють вкладиш в пазу, а додаткове кріплення болтом і гайкою тільки оберігає вкладиш від випадання. При обробці великих партій деталей і в верстатах автоматичних ліній знаходять застосування різці, в яких пластина закріплюється на державці силами різання. Ці різці зручні тим, що при їх використанні стає можливою швидка заміна затуплених пластинок і помітно спрощується налагодження інструменту на необхідний розмір.

Для повноцінної та якісної обробки використовують змащувально - охолоджуючу рідину для пониження температури інструмента та заготовки під час роботи. Охолоджуючі мастила для металообробки повинні бути ефективними, економічними і не містити інгредієнтів, шкідливих для здоров'я та навколишнього середовища. У технологічних ланцюжках, які слідує за металообробкою, вирішальне значення для надійності виробництва та якості продукції відіграють вирішальні ролі засобів для чищення та захисту від корозії. Більшість процесів металообробки і обробки можуть виграти від використання мастильно-охолоджувальної рідини, в залежності від матеріалу заготовки. Поширеними винятками з цього є чавун і латунь, які можуть піддаватися механічній обробці в сухому стані. Охолоджувальна рідина збільшує термін служби різального інструмента, змащуючи твердосплавну пластину. Під час обробки виділяється тепло в великій кількості, яку потрібно

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

понижувати для більшої довговічності металорізального інструменту. Навколишнього повітря недостатньо для повноцінного охолодження, так як воно має низький коефіцієнт охолодження. Щоб не зупиняти виробництво для того, щоб дочекатися охолодження інструменту використовують МОР. Однак нагрівається не тільки інструмент, а й робоча поверхня деталі. Занадто висока температура в інструментальній або робочій поверхні може зіпсувати характер пластини та державки, яка створює небажану теплове розширення або привести до небажаних хімічних реакцій, таким як окислення. Подача мастильно-охолоджувальної рідини зазвичай подається через гнучку трубку безпосередньо на оброблюваний матеріал та інструмент.

Останні часом використовують інструмент із внутрішньою подачею охолоджувальної рідини. Такий спосіб є більш ефективним та компактним у використанні. Використання такої рідини забезпечує зменшення та нагрів інструмента та деталі, покращує механічні властивості інструмента. Також така рідина запобігає корозійній появі, яка дуже корисна для оброблюваного матеріалу. Також така рідина володіє відносно низькою в'язкістю, щоб металева стружка і бруд осідали і віддалялися з робочої зони, не заважаючи процесу обробки і не володіє горючими властивостями. Якби був один продукт, який відповідав би всім вищезгаданим вимогам, вибір мастильно-охолоджувальної рідини був би легкий. Але там просто немає такого продукту. Як це часто буває, кожна мастильно-охолоджуюча рідина має свої переваги. Зазвичай існує три типи рідин: мінеральні, напівсинтетичні і синтетичні.

Напівсинтетичні і синтетичні мастильні рідини являють собою спроби об'єднати кращі властивості масла з кращими властивостями води шляхом суспендування емульгованої олії в водній основі. Ці властивості включають: стійкість до широкого діапазону жорсткості води, здатність працювати з багатьма металами, стійкість до термічного руйнування та екологічної безпеки. Вода є хорошим провідником тепла, але має недоліки як мастильно-охолоджувальна рідина. Вона легко кипить, сприяє корозії деталей і погано

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змащується.

Отже, інші інгредієнти необхідні для створення оптимальної мастильно-охолоджувальної рідини. Засоби охолодження можуть бути не тільки в рідкому стані, вони можуть бути у вигляді пасти та гелю, які використовують для найчастіше для ручної роботи. Такий вид охолодження можуть застосовувати при нарізанні різьби, свердлінні, точінні, фрезеруванні та інших операцій. Також таке охолодження застосовують при відрізанні заготовки стрічковою пилою.

Діоксид вуглецю (хімічна формула CO_2) також використовується в якості охолоджуючої рідини. У цій області застосування стислий рідкий CO_2 , який може розширюватися, і це супроводжується падінням температури, достатнім для перетворення фази в тверду речовину. Ці тверді кристали перенаправляються в зону різання або за допомогою зовнішніх сопел, або через подачу через шпиндель, щоб забезпечити контрольоване температурне охолодження ріжучого інструменту і заготовки.

1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту

Отже, проаналізувавши різноманітність металорізальних інструментів, їх види та конструкції, можна зупинитися на кінцевому варіанту вибору інструменту. Для подальшого проектування різального інструменту буде використовуватися цільний корпус інструменту циліндричної форми оснащений твердосплавною пластиною. Для закріплення такого інструменту доцільно використати хвостовик циліндричної з лискою, для надійного кріплення та не провертання в патроні під час обробки матеріалу. Для більш швидкого та легкого кріплення, буде використання виточок на хвостовику, для запобігання випаданню інструменту з патрона під час його закріплення. Застосування стружкової канавки, для кращого виходу стружки.

Використання змінного різального елемента у вигляді твердосплавної

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластини, яка забезпечує надійність та довговічність роботи, підвищення продуктивності, та вигідністю у економічному плані. Змінні пластини будуть двох типів: пластина для зовнішнього та внутрішнього точіння, підрізання торця та свердління, інший тип пластини використовується для нарізання внутрішньої канавки. Металорізальна пластина буде закріплюватися в корпусі притискним гвинтом, який дозволяє швидке та надійне кріплення без використання спеціального обладнання. Підвід мастильно-охолоджувальної рідини буде внутрішнім, для більш точного та ефективного попадання рідини в зону різання. Таке використання рідини забезпечує велику тривалість роботи інструменту, зниження температури в зоні обробки та дозволяє використання більших режимів різання, для більшої продуктивності.

В ході роботи було розглянуто конструкції для виготовлення оправки розточної збірної, вибір матеріалу з якого буде виготовлений даний інструмент, обґрунтували вибір конструкції інструменту. Для виготовлення даного інструменту, було взято циліндричний хвостовик, лиску, яка розташована на хвостовику, механічне кріплення твердосплавної пластини та внутрішній підвід МОР.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ

2.1 Вибір та обґрунтування матеріалу інструменту

Проектуюча розточна оправка складається з двох частин: корпус інструмента та з'єднувальна пластина. Для проектування такого інструменту вибираємо наступні матеріали:

а) корпус розточної оправки:

Для виготовлення корпусу оправки було взято конструктивну леговану сталь 45 (ГОСТ 1050-88), яка використовується для роботи з інтенсивними та переривистими динамічними навантаженнями. Після термообробки її властивості змінюються, в таблиці представлені механічні властивості сталі 45.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 45

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Мідь (Cu), не більше	0,25
Нікель (Ni), не більше	0,25
Сірка (S), не більше	0,04
Вуглець (C)	0,42-0,50
Фосфор (P), не більше	0,035
Хром (Cr)	0,25

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі 45

Термообробка, стан поставки	Густина, ρ , КГ/СМ ³	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, Дж/м ²
Прутки. Гартування 860 °С, мастило. Відпуск 500 °С, вода або мастило	7850	355	600	16	40	64

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для виготовлення інструменту широкого застосування набули пластини із твердого сплаву. До основних корисних властивостей твердого сплаву відносять такі характеристики, як висока твердість, підвищена зносостійкість, та міцність при обробці. Такий сплав складається із кобальту, карбідів вольфраму, танталу, титану, які володіють високою твердістю, теплостійкістю та зносостійкістю. Щоб чинити опір стиранню пластини стружкою, яка сходить під час обробки, використовують пластини із твердого сплаву. Установлено, що твердосплавна пластина, містить у своєму складі вольфрам, обробка підвищується до 5 разів, ніж пластини зі швидкорізальної сталі з таким же вмістом вольфраму. Великим недоліком таких пластин в порівнянні зі швидкорізальної сталі є підвищена крихкість, що зростає при зменшенні кобальту в сплаві. Інструмент, який оснащений твердосплавною пластиною режими різання можуть перевищувати до 4 разів від швидкості різання швидкорізальним інструментом. Доцільно використовують твердосплавний інструмент для обробки сталей які загартовані та неметали такі як фарфор, скло та інші.

Тверді сплави виготовляють за двома способами: спікання та виливка. Щоб отримати спечений сплав, застосовують порошкову металургію. Використання даного способу дозволяє отримати дуже високу точність, твердість та зносостійкість. Пластини, які виготовлені методом таким як порошкова металургія, не потребує значної механічної обробки, відповідно до цього, вони оброблюються шліфуванням, ультразвуком, лазером та іншими методами обробки. Такі сплави кріплять до металорізального інструменту напайкою або механічним кріпленням. Щоб отримати литий твердий сплав, застосовують метод лиття. В залежності від їх застосування використовують різні типи твердих сплавів. Інструментальні сплави використовують для обробки матеріалів різанням, штампуванням та обробки під тиском. Твердосплавні пластини застосовують для обробки деталей машин, та для матеріалів, які мають високу щільність, який чинить опір та матеріал зі значним модулем пружності. Також використовують вольфрамівмісні та

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безвольфрамові тверді сплави. Найбільш поширеними марками серед вольфрамівмісних твердих сплавів є сплав ВК, сплав на основі кобальта та карбіда вольфрама. Також до них відносять сплав ТК, в основі такого сплаву використовують кобальт та карбід вольфрам. Спечені тверді сплави часто застосовують для обробки металевих виробів, для деталей машин, які швидко зношуються, калібрування та інші. Більшою популярністю в металообробній промисловості твердий сплав використовують для металорізальних інструментів. Не доцільно використовувати інструмент, який повністю виготовлений із твердого сплаву, він має високу вартість, тому краще виготовляти тільки різальну частину. Краще всього використовувати звичайну інструментальну або конструкційну сталь для виготовлення державки. Інструментальні сталі - це особливі твердосплавні сплави, які використовуються для виготовлення інструментів, штамів і деталей машин. Вони зроблені із заліза та вуглецю з додаванням елементів, таких як нікель, молибден або вольфрам, щоб надати додаткову твердість і зносостійкість. Інструментальні сталі також гартуються, потім відпускаються, при цьому сталь спочатку нагрівають до високої температури, потім дуже швидко охолоджують, потім знову нагрівають до більш низької температури.

Різальні властивості твердих сплавів залежать не тільки від хімічного складу, але також і від їх фізико - механічних властивостей. У процесі різання ріжучі кромки інструменту нагріваються до 800 і вище, тому фізико - механічні властивості важливо знати не тільки в холодному, але і в нагрітому стані. При цьому треба враховувати, що при роботі відбувається нагрів ріжучих кромок інструмента не тільки в зоні різання і на деякій відстані від неї, тоді як вся пластина твердого сплаву залишається менш нагріта. Необхідно відзначити, що фізико - механічні властивості твердих сплавів вивчені ще недостатньо, особливо в процесі різання. Дані по міцності

отримані в лабораторних умовах шляхом нагрівання пластинок не збігаються з даними, що характеризують міцність різальних кромок в процесі

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різання. Теплопровідності вольфрамокарбідних сплавів майже не залежить від вмісту кобальта і наближається до теплопровідності вуглецевої сталі.

Теплопровідності вольфрамокарбідних сплавів значно нище, теплопровідності вольфрамокарбідних сплавів і наближується до теплопровідності швидкорізальної сталі Р18. Термічні особливості твердих сплавів дуже впливають на такі операції при виготовленні твердосплавних інструментів, як пайка, шліфування, заточка. Тверді сплави дуже чутливі до умов нагрівання та охолодження. Щоб уникнути глибоких тріщин і поверхневої сітки, необхідно застосовувати повільне нагрівання при пайку, зниження режимів різання при шліфуванні і заточенню використовуючи, де тільки можливо, рясне охолодження. Граничними значеннями швидкості обертання шліфувального круга при заточуванні є: для вольфрамо - карбідних пазів 18 м/сек, для титановольфрамо - карбідних 12 м/сек. Ні в якому разі швидкість круга, що застосовується під час заточування інструментів зі сталі не повинна перевищувати 25-30 м/сек. Тріщини з'являються і при швидкому місцевому нагріванні сплаву в процесі різання, особливо при наявності великого зносу різальних поверхонь. Не можна допускати великого зносу (не вище 0,6-0,8 мм по виходу на задньому боці поверхні), так як виводити тріщини шляхом заточення досить важко.

Титановольфрамокарбідні сплави більш чутливі до тріщин, ніж вольфрамокарбідні, причому з підвищенням процентного вмісту титану схильність до тріщин різко зростає. Коефіцієнт лінійного розширення титановольфрамокарбідних сплавів приблизно в 2 рази нижче, ніж для вуглецевої сталі. Ця різниця відбивається на якості інструменту з напаяними пластинками твердого сплаву. Із-за додаткових напружень пластина твердого сплаву часто відшаровується по всьому перетину поблизу припою. Для зменшення різниці в значеннях коефіцієнта лінійного розширення твердого сплаву і сталі доцільно при напайці поміщати між пластиною та державкою. Магнітна проникність твердих сплавів незначна, так як вона обумовлена в основно присутністю кобальту. Різниця в магнітних властивостях

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується у виробництві для розсортування різних марок твердих сплавів. При високій температурі частинки оброблюваного матеріалу приварюються до контактних площадок різального інструменту. Це властивість залежить від заготовки та інструмента. Злипання титановольфрамокарбідних сплавів відбувається при більш високій температурі, ніж вольфрамокарбідних сплавів, які мало відрізняються в цьому відношенні від швидкорізальної сталі Р18. Цінною властивістю твердих сплавів є велика зносостійкість в порівнянні від зносостійкості швидкорізальної сталі. Цю властивість вигідно використовувати для таких інструментів як розвертки, протяжки, алмазозамінювачі для виправлення шліфувальних кругів і інших. При великому вмісті кобальту межа міцності при стисненні дещо знижується, проте для всіх марок твердого сплаву він має високі значення. Цю важлива властивість твердих сплавів необхідно застосовувати при конструюванні інструментів, оснащених твердим сплавом.

Згідно з ГОСТ 3882-74 твердий сплав Т15К6 рекомендується використовувати при чорновому та чистовому точінні, попереднього нарізання різьби токарними різцями, напівчистового фрезерування суцільних поверхонь, розсвердлювання та розточування отворів, для обробки вуглецевих та легованих сталей. Отже, в якості інструментального матеріалу обираємо твердий сплав Т15К6.

Механічні характеристики твердого сплаву Т15К6. (ГОСТ3882-74)

1. Група – титано-вольфрамова
2. Границя міцності при згинанні - 1176 МПа.
3. Густина - $(11,1-11,6) \times 10^3 \text{ кг/м}^3$
4. Твердість - HRC 85...88
5. Хімічний склад: карбід вольфраму - 79%, карбід-титану – 15%; кобальт - 6%.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Аналіз геометричних параметрів оправки розточної збірної

Щоб тіло, яке обмежене вихідною інструментальною поверхнею, перетворити в працездатний інструмент, необхідно на його різальній частині створити задовільні геометричні параметри відповідно до режимних умов його експлуатації.

Під задовільними величинами геометричних параметрів розуміють такі, які забезпечують найбільшу стійкість інструменту при визначених режимах обробки. Передні кути, як видно з багатьох досліджень, залежать здебільшого від властивостей оброблюваного матеріалу і матеріалу інструменту. Зі збільшенням міцності та твердості оброблюваного матеріалу оптимальний передній кут зменшується, а зі збільшенням міцності інструментального матеріалу — збільшується.

При обробці сталі 45, $\sigma_s = 600 \text{ МПа}$ орієнтовно передній кут приймається $\gamma = 5^\circ - 15^\circ$. Приймаємо мінімальне значення кута $\gamma = 5^\circ$.

Не менш важливим кутом в інструменті під час оброблення деталі є кут α . При правильній заточці такий кут забезпечує мінімальне тертя між поверхнею різання та між задньою поверхнею металорізального інструменту. При збільшенні заднього кута різця буде впливати на подальшу обробку деталі, спричинятиме зниженню міцності, зносостійкості та погіршення тепловідводу. Задній кут повинен збільшуватися при кожному зменшенні товщини зрізу при обробці. Також задній кут зменшується при обробці матеріалів з високою твердістю. Для обробки сталі задній кут вибираємо $\alpha = 7^\circ$.

Не менш важливим параметром на процес стружкоутворення та напрямом відведення стружки впливає кут нахилу різальної кромки λ . Для різноманітних металорізальних інструментів найбільш рекомендованим кутом λ знаходиться в межах від 0° до $45^\circ - 60^\circ$. Також для обломовування стружки під час обробки, виготовляють пластини з різною формою на поверхні де сходиться стружка.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ОПРАВКИ РОЗТОЧНОЇ ЗБІРНОЇ

У технологічній частині розглянемо ряд технологічних процесів виготовлення інструменту, визначимо оптимальний по потужності та розрахуємо припуски і режими різання для зовнішніх та внутрішніх поверхонь корпусу оправки розточної збірної

3.1 Вибір заготовки

На даний час вибір отримання заготовок дуже широкий. Щоб отримати заготовку чи деталь, застосовують метод відливки, які мають складну форму та складність у виготовленні. Також застосовують штамповки та поковки із сталі, та деяких кольорових металів. Широке застосування також набув сортовий прокат виготовлений зі сталі, який має різну форму у вигляді квадрата, циліндричний, профільний прокат, листовий. Також отримують деталі методом штамповки, яку виготовляють в холодному та гарячому стані. Проаналізувавши види отримання заготовки, найбільш вигідним є виготовлення деталі із гарячекатаного прокату Ø32, який має наближені розміри для виготовлення інструменту, та більш вигідний в економічному плані.

3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку

Для визначення більш оптимального діаметру заготовки зробимо розрахунки припусків на механічну обробку поверхні Ø20 на довжину 45мм. Заготовку для оправки розточної отримуємо з гарячекатаного прокату, матеріал заготовки — сталь 45 (ГОСТ 1050-88). Щоб обробити поверхню Ø20 потрібно виконати чорнове та чистове точіння.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків

Для розрахунку мінімального двостороннього припуску використовуємо формулу:

$$2Z_{i\min} = 2 (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{P_{i-1}^2 + E_{yi}^2}) \quad [2, \text{с. 19}] \quad (3.1)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей, які залишилися від попередньої операції, або переходу, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару, мкм;

P_{i-1} – підсумкове значення просторових відхилень, мкм;

E_{yi} – похибка установки заготовки в пристрої на даній операції, мкм.

Для визначення максимального припуску застосовуємо формулу:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + IT_{i-1} - IT \quad [2, \text{с. 19}] \quad (3.2)$$

δ_{i-1} – допуск на розмір на попередній операції, мкм;

δ_i – допуск на розмір на розраховуваному переході, мкм;

Номинальний припуск на оброблення поверхонь:

$$2Z_{in} = \frac{2z_{i\max} + 2z_{i\min}}{2} \quad [2, \text{с. 21}] \quad (3.3)$$

Сумарне значення просторових відхилень для обробки деталі закріпленою в трикулачковому патроні визначаємо по формулі:

$$\rho = \Delta k \cdot D, \text{ мкм} \quad (3.4)$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\Delta k=4$ мкм/мм

$$\rho = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мкм}$$

$$P_1 = P_0 \cdot K_{y1} = 80 \cdot 0,06 = 4,8 \text{ мкм}$$

$$P_2 = P_0 \cdot K_{y2} = 80 \cdot 0,04 = 3,2 \text{ мкм}$$

$K_{y1} = 0,06$; $K_{y2} = 0,04$ - коефіцієнти уточнення для чорнового та чистового обточування.

Визначаємо похибку установки на всіх переходах.

При встановленні деталі в кулачках $\epsilon_y = 150$ мкм.

Розрахунок міжопераційних припусків зводимо в таблиці.

Складаємо маршрут обробки вказаної поверхні з призначенням квалітетів точності та параметрів шорсткості і заносимо до таблиці.

Таблиця 3.1 - Маршрут обробки та параметри припуску на поверхню Ø20h9

Методи обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості	ІТ, мкм	Параметри припуску			
				Rz	T	P	E
Заготовка	8 кл. т.	32	1000	150	250	80	-
Чорнове точіння	14	12,5	620	60	60	4,8	300
Чистове точіння	9	3,2	62	30	30	3,2	15

Таблиця 3.2 - Розрахунок м/о припусків на поверхню Ø20h9

Міжопераційні припуски, мкм	Прийняті значення припуску, мм
1. Мінімальний припуск на чорнове обточування $2z_{1min} = 2(150 + 250 + \sqrt{80^2 + 300^2}) = 1420,96$	$2z_{1min} = 1,42$
2. Максимальний припуск на чорнове обточування $2z_{1max} = 1420,96 + 1000 - 620 = 1800,96$	$2z_{1max} = 1,80$
3. Номінальний припуск на чорнове обточування $2z_{1ном} = (1420,96 + 1800,96) / 2 = 1610,96$	$2z_{1ном} = 1,61$
1. Мінімальний припуск на чистове обточування $2z_{2min} = 2(60 + 60 + \sqrt{4,8^2 + 15^2}) = 271,49$	$2z_{2min} = 0,27$
2. Максимальний припуск на чистове обточування $2z_{2max} = 271,49 + 620 - 62 = 829,49$	$2z_{2max} = 0,82$
3. Номінальний припуск на чистове обточування $2z_{2ном} = (271,49 + 829,49) / 2 = 550,49$	$2z_{2ном} = 0,55$

Розраховані значення заносимо в таблицю

Таблиця 3.3- Міжопераційні припуски та розміри на поверхню Ø20h9

Найменування технологічного переходу	Міжопераційні припуски, мкм		Міжопераційні розміри, мм	
	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$	D_{min}	D_{max}
Прокат	1,69	2,62	33,69	34,62
Обточити начорно	1,42	1,80	21,42	21,8
Обточити начисто	0,27	0,82	20,27	20,82

Виконуємо перевірку, розрахунків припусків аналітичним методом, за формулою:

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Td_3 - Td_d = 2Z_{\max} + 2Z_{\min}, \text{ мкм} \quad [2, \text{ с. 19}] \quad (3.5)$$

де Td_3 – допуск на виготовлення заготовки, $Td_3 = 1000$ мкм;

Td_d – допуск на виготовлення деталі, $Td_d = 62$ мкм

$2Z_{\max}$ – сума максимальних припусків, $2Z_{\max} = 2930,45$ мкм;

$2Z_{\min}$ – сума мінімальних припусків, $2Z_{\min} = 1692,45$ мкм.

$$1000 - 62 = 2930,45 - 2930,45$$

$$938 = 938$$

Як видно з перевірки, значення лівої та правої частин рівняння однакові. Похибка не виникла. Зважаючи на це можна зробити висновок, що визначення припусків і граничних значень виконано вірно.

3.3 Вимоги до виготовлення інструменту

Згідно креслення, технічних вимог та нормативних документів (стандартні, державні, галузеві, підприємства) формулюємо технологічні вимоги:

A1 – твердість;

A2 – швидке кріплення на верстаті;

A3 – корозійна стійкість;

A4 – зручність налаштування;

A5 – товарний вигляд корпус

A6 – надійність кріплення на верстаті;

A7 – зниження собівартості;

A8 – зниження матеріалоємності;

A9 – швидка заміна твердосплавної пластини;

A10 – зручне підведення МОР;

A11 – регулювання вильоту в патроні;

A12 – компактність у використанні;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A13 – мінімальна кількість технологічних операцій;
 A14 – стійкий до удару;
 A15 – висока теплостійкість;
 A16 – висока тривалість роботи;
 A17 – жорсткість інструменту;
 A18 – стійкий до зносу;
 A19 – можливість виконувати різні операції;
 A20 – надійне кріплення пластини;
 A21 – зручний вивід стружки;
 A22 – точність кріпильних отворів;
 A23 – точність посадочного місця;
 A24 – точність кріплення на верстаті;
 A25 – стійкий до стирання;
 A26 – використання універсального обладнання;
 A27 – шорсткість посадочного місця;
 A28 – високі режими різання;
 A29 – жорстке кріплення пластини;
 A30 – точність подачі МОР в зону обробки.

Прийняті логічні умови розглянемо в таблиці 3.4 та розділимо на три групи:

Таблиця 3.4 - Логічні умови

№ груп	Найменування груп логічних умов	Позначення логічних умов
1	Технологічні	A1, A13, A14, A17, A23, A26, A27, A29, A30.
2	Експлуатаційні	A2, A4, A6, A9, A10, A11, A12, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A22, A24, A25, A28.
3	Економічні	A3, A5, A7, A8.

Розглянемо п'ять технологічних процесів виготовлення інструменту, які наведені в таблиці 3.5

Таблиця 3.5 - Технологічні процеси

1 технологічний процес	2 технологічний процес	3 технологічний процес
Аз1 – заготовка попередньо відрізана	Аз2 – відрізка на верстаті	Аз3 – відрізка дисковою пилою
Ам1 – обточування хвостовика на верстаті з ЧПК	Ам2 – обточування хвостовика	Ам3 - точіння всієї деталі, відрізка
Ам5 - точіння канавок на верстаті з ЧПК	Ам6 - точіння канавок	Ам7 - точіння канавок на універсальному обладнанні
Ам7 – точіння канавки на верстаті з ЧПК	Ам8 - точіння канавки	Ам9 - точіння канавки на універсальному обладнанні
Ам10 - свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби	Ам11 - свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби на верстаті з ЧПК	Ам12 - свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби на універсальн. обладнанні
Ам13 – точіння робочої частини на верстаті з ЧПК	Ам14 – точіння робочої частини на унів.обладнанні	Ам15 – точіння робочої частини
Ам16 – фрезерування лиски	Ам17 – фрезерування лиски на універсальному обладнанні	Ам16 – фрезерування лиски
Ам19 – фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину	Ам20 – фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину на верстаті з ЧПК	Ам21 – фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину на універсальному обладнанні
Ам22 – свердління отвору, нарізання різьби	Ам23 – свердління отвору та нарізання різьби на верстаті з ЧПК	Ам24 – свердління отвору, нарізання різьби на універсальному обладнанні
Ам25 - фрезерування стружкової канавки	Ам26 - фрезерування стружкової канавки на універсальному обладнанні	Ам28 - фрезерування стружкової канавки на верстаті з ЧПК

Продовження таблиці 3.5

Ам29 - свердління отвору	Ам30 - свердління отвору на верстаті з ЧПК	Ам31 - свердління отвору на універсальному обладнанні
Ат1 - термообробка	Ат1 - термообробка	Ат1 - термообробка
Ам32 – шліфування поверхні	Ам33 - шліфування поверхні на верстаті з ЧПК	Ам34 - шліфування поверхні на універсальному обладнанні
Ат2 - маркування	Ат3 – маркування лазером	Ат2 - маркування
Ат4 - контроль	Ат4 - контроль	Ат4 - контроль

4 технологічний процес	5 технологічний процес
Аз4 – відрізка стрічковою пилою	Аз5 – відрізка різцем
Ам4 – обточування хвостовика на універсальному обладнанні	Ам1 – обточування хвостовика на верст. ЧПК
Ам5 - точіння канавок на верстаті з ЧПК	Ам7 - точіння канавок на універсальному обладнанні
Ам9 - точіння канавки на універсальному обладнанні	Ам7 - точіння канавки на верстаті з ЧПК
Ам11 - Свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби на верстаті з ЧПК	Ам10 - Свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби
Ам13 – точіння робочої частини на верстаті з ЧПК	Ам14- точіння робочої частини на універсальному обладнанні
Ам17 – фрезерування лиски на універсальному обладнанні	Ам18 – фрезерування лиски на верстаті з ЧПК
Ам19 – фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину	Ам20 – фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину на верстаті з ЧПК
Ам22 – свердління отвору, нарізання різьби	Ам23 – свердління отвору та нарізання різьби на верстаті з ЧПК
Ам27 – фрезерування стружкової канавки на верстаті з ЧПК	Ам28 – фрезерування стружкової канавки абразивним кругом
Ам30 - свердління отвору на верстаті з ЧПК	Ам31 - свердління отвору на універсальному обладнанні

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ат1 - термообробка	Ат1 - термообробка
Ам32 – шліфування поверхні	Ам33 - шліфування поверхні на верстаті з ЧПК
Ат4 – маркування перед закалюванням	Ат3 – маркування лазером
Ат4 - контроль	Ат4 - контроль

Оцінка технологічних маршрутів виготовлення інструменту за логічними критеріями

Проводимо аналіз задовільнення логічним умовам кожної операції базових маршрутів.

На основі цього аналізу визначаємо потужність кожного маршруту за логічними критеріями по окремих групах.

Таблиця 3.6 - Задовільнення операцій технологічних маршрутів

Групи операцій	Код операції	Зміст операції	Логічні критерії
Заготівельні	Аз1	заготовка попередньо відрізана	A7, A8, A13, A26
	Аз2	відрізка на верстаті	A7, A13,
	Аз3	відрізка дисковою пилою	A7, A8, A13,
	Аз4	відрізка стрічковою пилою	A7, A8, A17, A26
	Аз5	відрізка різцем	A7, A26
Механічні та фінішні операції	Ам1	обточування хвостовика на верстаті з ЧПК	A2, A4,A5, A6, A7, A8, A13, A24, A26
	Ам2	обточування хвостовика	A2, A4,A5, A6, A7, A8, A13, A24, A26
	Ам3	точіння всієї деталі, відрізка	A7, A8, A13, A26
	Ам4	обточування хвостовика на універсальному обладнанні	A5, A13,A16,A24, A26
	Ам5	точіння канавок на верстаті з ЧПК	A2, A4, A6, A11, A13 ,A23, A24
	Ам6	точіння канавок	A2, A4, A6, A11, A13 ,A23, A24
	Ам7	точіння канавок на універсальному обладнанні	A2, A4, A6, A11
	Ам8	точіння канавки	A13, A23, A26
	Ам9	точіння канавки на універсальному обладнанні	A13, A23, A26

Продовження таблиці 3.6

Ам10	свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби	А8, А10, А13, А19, А26, А30
Ам11	свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби на верстаті з ЧПК	А2, А8, А10, А13, А19, А26, А30
Ам12	свердління центрального отвору, свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5, нарізання різьби на універсальному обладнанні	А2, А8, А10, А13, А19, А26, А30
Ам13	точіння робочої частини на верстаті з ЧПК	А2, А4, А5, А7, А13, А26
Ам14	точіння робочої частини на універсальному обладнанні	А2, А4, А5, А7, А13, А26, А27
Ам15	точіння робочої частини	А2, А4, А5, А7, А13, А26, А27
Ам16	фрезерування лиски	А2, А4, А5, А6, А7, А13
Ам17	фрезерування лиски на універсальному обладнанні	А2, А5, А8, А11, А13, А17, А23
Ам18	фрезерування лиски на верстаті з ЧПК	А2, А5, А6, А8, А11, А13, А17, А23
Ам19	фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину	А5, А7, А8, А9, А13, А16, А18, А20, А23, А28, А29
Ам20	фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину на верстаті з ЧПК	А5, А7, А8, А9, А13, А16, А18, А20, А23, А28
Ам21	фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину на універсальному обладнанні ²⁹	А4, А7, А9, А12, А14, А15, А16, А18, А21, А28, А29
Ам22	свердління отвору, нарізання різьби	А9, А12, А13, А20, А22, А26, А29
Ам23	свердління отвору та нарізання різьби на верстаті з ЧПК	А9, А12, А13, А20, А22, А26, А29

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.6

	Ам24	свердління отвору, нарізання різьби на універсальному обладнанні	А9, А12, А13, А20, А22, А26
	Ам25	фрезерування стружкової канавки	А5, А13, А16, А21, А26
	Ам26	фрезерування стружкової канавки на універсальному обладнанні	А5, А13, А16, А21
	Ам27	фрезерування стружкової канавки на верстаті з ЧПК	А5, А13, А16, А21
	Ам28	фрезерування стружкової канавки абразивним кругом	А5, А13, А16
	Ам29	свердління отвору	А8, А10, А16
	Ам30	свердління отвору на ЧПК	А8, А10, А16
	Ам31	свердління отвору на універсальному обладнанні	А8, А10, А16
	Ам32	шліфування поверхні	А2, А5, А6, А8, А13, А23, А27
	Ам33	шліфування поверхні на верстаті з ЧПК	А2, А5, А6, А8, А13, А23, А27
	Ам34	шліфування поверхні на універсальному обладнанні	А2, А5, А6, А8, А13, А23
Операції підвищення зносостійкості	Ат1	термообробка	А1, А3, А13, А17, А25, А28
	Ат2	маркування	А4
	Ат3	маркування лазером	А4
	Ат4	контроль	А26

Операції підвищення зносостійкості	Ат1	термообробка	А1, А3, А13, А17, А25, А28
	Ат2	маркування	А4
	Ат3	маркування лазером	А4
	Ат4	контроль	А26

Побудова узагальненого маршруту обробки деталі наведена в табл. 3.4

Таблиця 3.7 - Побудова узагальненого маршруту

Виробничі цикли	Кодування операції	M1	M2	M3	M4	M5
Заготівельний	Aз1	+	-	-	-	-
	Aз2	-	+	-	-	-
	Aз3	-	-	+		-
	Aз4	-	-	-	+	-
	Aз5	-	-	-	-	+
Основні механічні та фінішні	Am1	+	-	-	-	+
	Am2	-	+	-	-	-
	Am3	-	-	+	-	-
	Am4	-	-	-	+	-
	Am5	+	-	-	+	-
	Am6	-	+	-	-	-
	Am7	+	-	+	-	+
	Am8	-	+	-	-	-
	Am9	-	-	+	+	-
	Am10	+	-	-	-	+
	Am11	-	+	-	+	-
	Am12	-	-	+	-	-
	Am13	+	-	-	+	-
	Am14	-	+	-	-	+
	Am15	-	-	+	-	-
	Am16	+	-	+	-	-
	Am17	-	+	-	+	-
	Am18	-	-	-	-	+
	Am19	+	-	-	+	-
	Am20	-	+	-	-	+
	Am21	-	-	+	-	-
	Am22	+	-	-	+	-
	Am23	-	+	-	-	+
	Am24	-	-	+	-	-
	Am25	+	-	-	-	-
	Am26	-	+	-	-	-
	Am27	-	-	+	+	-
	Am28	-	-	-	-	+
	Am29	+	-	-	-	-
	Am30	-	+	-	+	-
	Am31	-	-	+	-	+
	Am32	+	-	-	+	-
	Am33	-	+	-	-	+
	Am34	-	-	+	-	-
Підвищення стійкості	At1	+	+	+	+	+
	At2	+	-	+	-	-
	At3	-	+	-	-	+
	At4	+	+	+	+	+

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Побудований графік залежності узагальненого маршруту виготовлення інструменту наведений в рис. 3.1

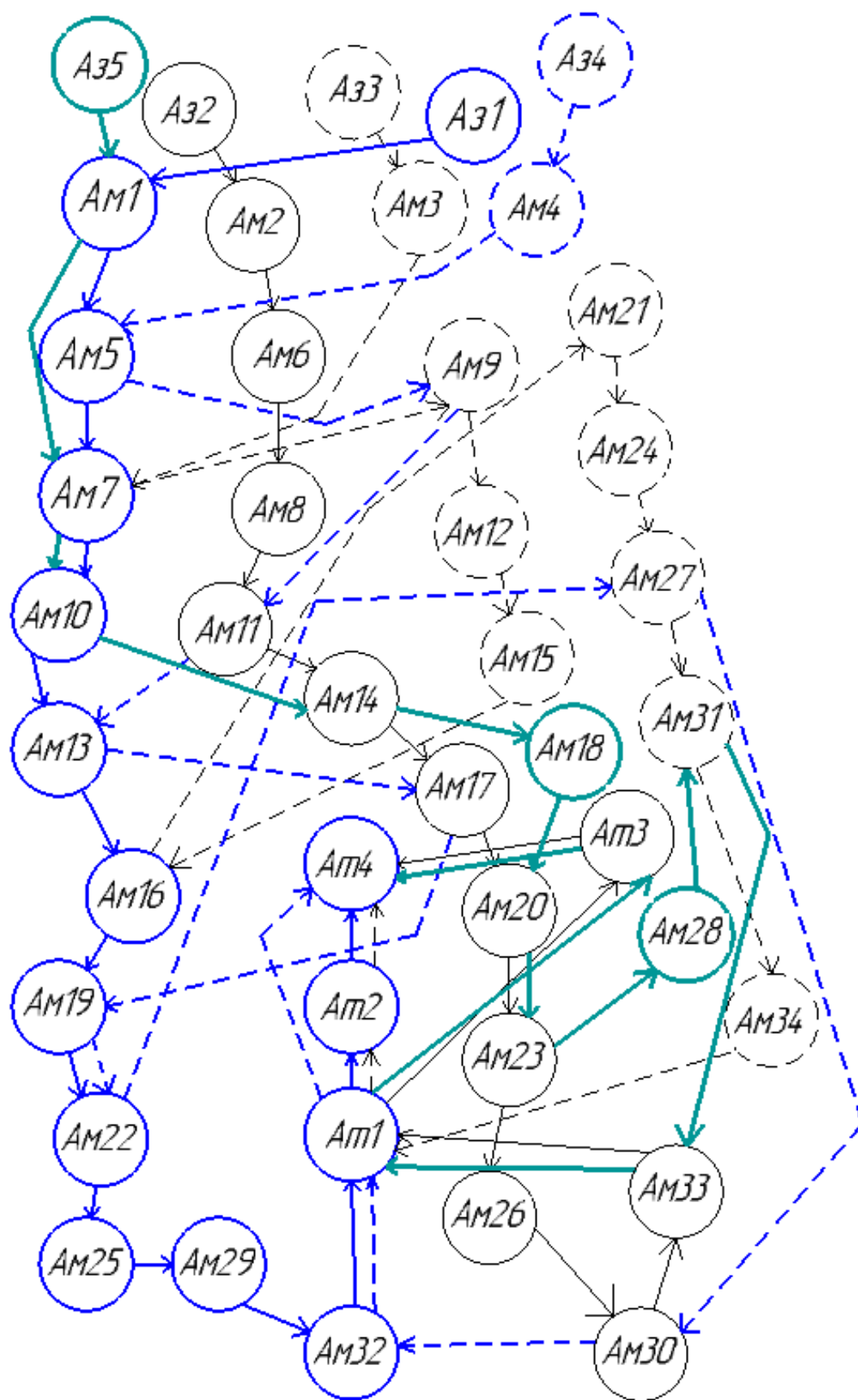


Рисунок 3.1 - Графічна частина

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність маршрутів за групами логічних умов, який наведений в рис. 3.1

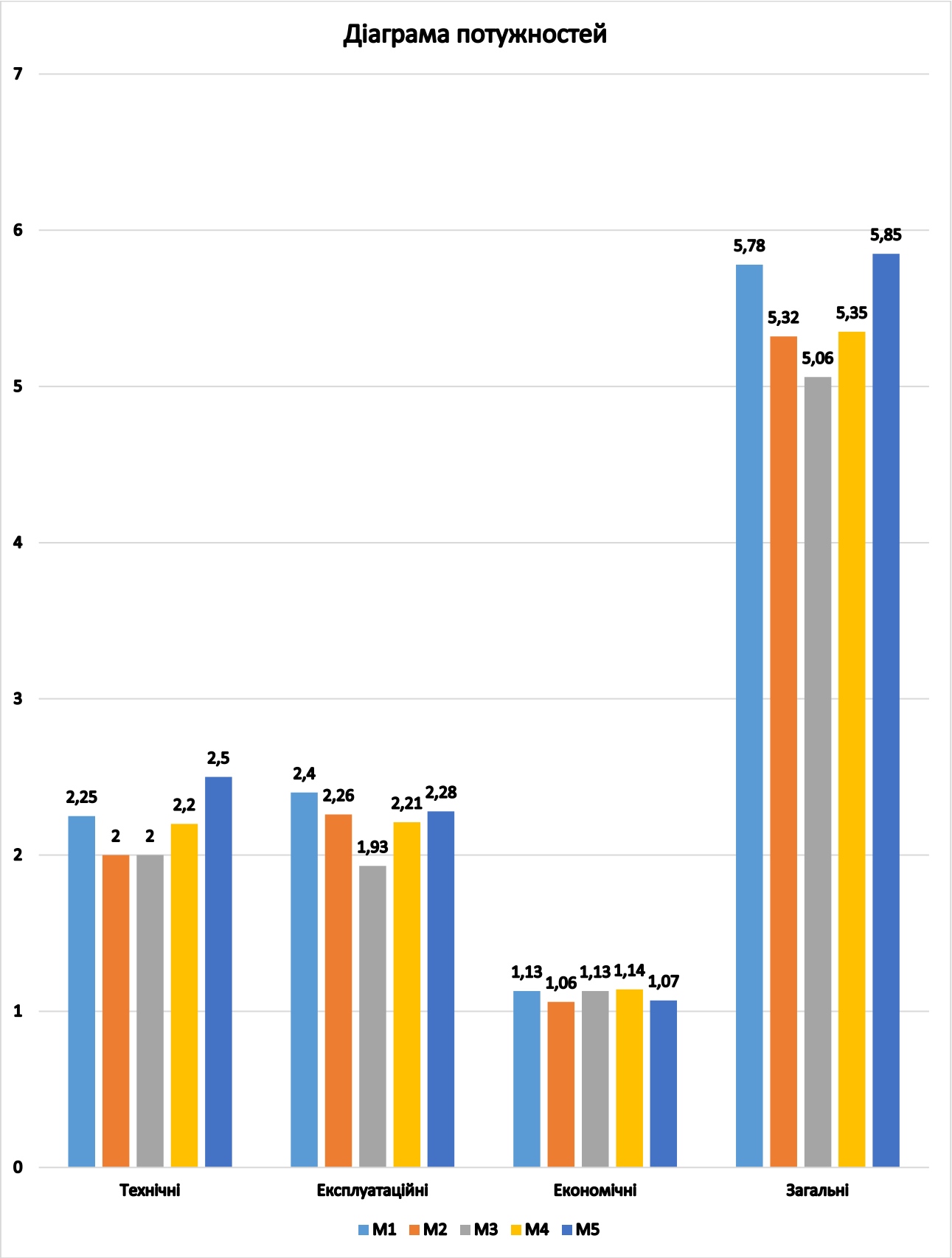


Рисунок. 4.2 - Діаграма потужностей

Визначення загальної потужності наведених приведено в табл. 3.9

Таблиця 3.9 - Визначення загальної потужності технологічних маршрутів

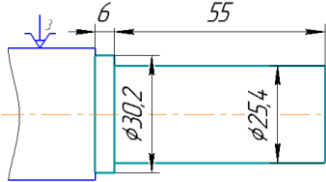
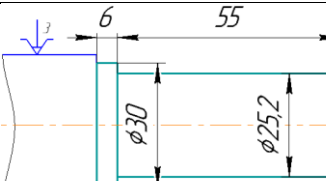
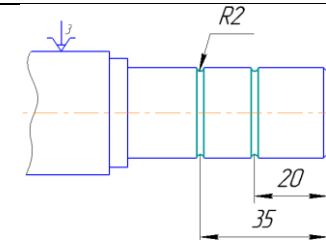
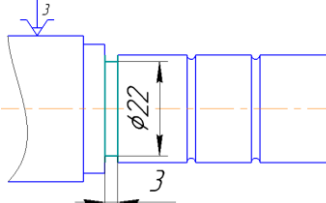
	M1	M2	M3	M4	M5	Мопт
Aз1	4	-	-	-	-	-
Aз2	-	2	-	-	-	-
Aз3	-	-	3	-	-	-
Aз4	-	-	-	4	-	4
Aз5	-	-	-	-	2	-
Ам1	9	-	-	-	9	-
Ам2	-	9	-	-	-	9
Ам3	-	-	4	-	-	-
Ам4	-	-	-	5	-	-
Ам5	7	-	-	7	-	-
Ам6	-	7	-	-	-	7
Ам7	4	-	4	-	4	-
Ам8	-	3	-	-	-	-
Ам9	-	-	3	3	-	-
Ам10	5	-	-	-	5	-
Ам11	-	7	-	7	-	7
Ам12	-	-	7	-	-	-
Ам13	6	-	-	6	-	-
Ам14	-	7	-	-	7	7
Ам15	-	-	7	-	-	-
Ам16	5	-	5	-	-	-
Ам17	-	7	-	7	-	-
Ам18	-	-	-	-	8	8
Ам19	11	-	-	11	-	11
Ам20	-	9	-	-	9	-
Ам21	-	-	11	-	-	-
Ам22	7	-	-	7	-	-
Ам23	-	7	-	-	7	-
Ам24	-	-	8	-	-	8
Ам25	5	-	-	-	-	5
Ам26	-	4	-	-	-	-
Ам27	-	-	4	4	-	-
Ам28	-	-	-	-	-	-
Ам29	3	-	-	-	-	-
Ам30	-	3	-	3	-	-
Ам31	-	-	3	-	3	3
Ам32	7	-	-	7	-	-
Ам33	-	7	-	-	7	7
Ам34	-	-	7	-	-	-
Ат1	6	6	6	6	6	6
Ат2	1	-	1	-	-	-
Ат3	-	1	-	-	1	1
Ат4	1	1	1	1	1	1
ΣCij	81	80	74	79	69	84
ΣAij	15	15	15	14	14	14
Ni	5,4	5,33	4,93	5,64	4,92	6

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

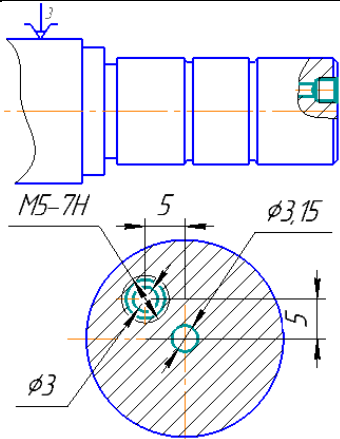
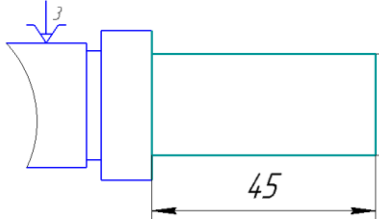
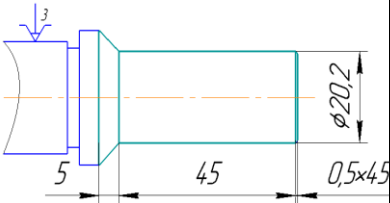
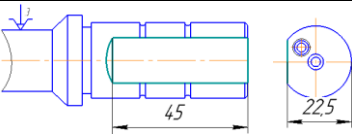
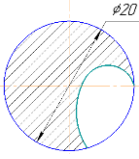
3.4 Розробка технологічного процесу

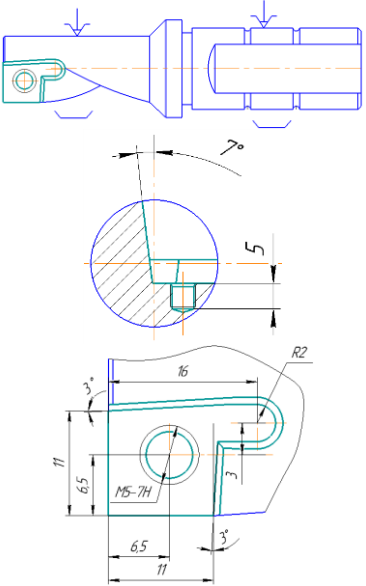
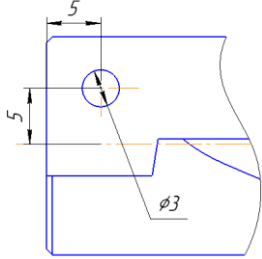
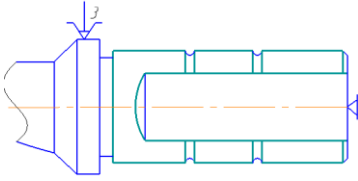
На основі літературних джерел [1], [2], було розроблено варіант технологічного процесу, приведений в таблиці 3.1

Таблиця 3.10 - Маршрут обробки корпусу інструмента

№	Найменування Операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Присто- сування
005	Токарна з ЧПК 1.Підрізання торця Ø32, точіння зовнішньої поверхні начорно Ø25,4h12 на l=55мм, підрізання торця Ø30,2, точіння по контур Ø30,2 на l=6мм.		Токарно- револьверний оброблюваний центр Haas ST-10 Різець прохідний ГОСТ 18879-73 Штангенцикуль	Трьох- кулачко вий патрон
	2.Точіння начисто Ø25,2h9 на l=55мм з підрізкою фаски 1×45°, підрізка торця Ø30, точіння по контур Ø30, на l=6мм		різець прохідний ГОСТ 18879-73 штангенцикуль ШЦ-I -125-0,1	
	3.Точіння 2 канавки R2 на l=20мм та на l=35мм від торця.		Різець канавковий з радіусом при вершині R2 ГОСТ 18874-73 штангенцикуль ШЦ-I -125-0,1	
	4. Утворити канавку на глибину Ø22мм b=3мм		Різець прорізний ГОСТ 18874-73 штангенцикуль ШЦ-I -125-0,1	

Продовження таблиці 3.10

	5. Свердління центрального отвору. Свердління отвору Ø3 наскрізь, свердління отвору Ø5 на l=5, нарізання різьби М5-7Н		Свердло центрувальне, свердло спіральне ГОСТ 10903-77 Мітчик М5-7Н штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1 Калібр-пробка	Трьох-кулачковий патрон
010	Токарна з ЧПК 1. Підрізання торця Ø32, точіння начорно поверхні Ø20,4h12 на l=45 мм		Різець прохідний упорний φ= 92° ГОСТ 18877-73 штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	Трьох-кулачковий патрон
	2.Точіння начисто Ø20,2h9, точити фаску 5×45, точити фаску 0,5×45°.		Різець прохідний упорний φ= 92° ГОСТ 18877-73 штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	
015	Фрезерна Фрезерування лиски на Ø25 глибиною 2,5 мм на l= 45мм.		Універсально-фрезерний верстат 6Р80Ш фреза торцева ГОСТ 26595-85 штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	Трьох-кулачковий патрон
020	Фрезерна Фрезерування стружкової канавки на Ø20		Універсально-фрезерний верстат GRIF-4060 Дискова модульна фреза	Трьох-кулачковий патрон

025	Фрезерна 1. Фрезерування посадочного місця під твердосплавну пластину згідно креслення.		Універсально- фрезерний верстат 692Д Фреза кінцева ГОСТ 18151-72 кутомір, штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	Призми з прижим ом
	2. Свердління отвору Ø5 на l=5 мм, нарізати різьбу М5-7Н		Свердло спіральне ГОСТ 10903-77, мітчик М5-7Н; калібр- пробка, штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	
030	Свердлильна Свердління отвору Ø3 на l=5 мм		Свердло спіральне ГОСТ 10903-77 штангенциркуль ШЦ-I -125-0,1	Трьох- кулачко вий патрон
035	Термообробка		Піч	
040	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню витримуючи розміри Ø25h6 на l=53 мм		Круглошліфува льний верстат 3А110В Круг шліфувальний ПП Мікрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-90	Трьох- кулачко вий патрон, центр
045	Маркування		Маркування лазером	
050	Контроль інструмента		Вимірювальний інструмент для контролю деталі	

3.5 Розрахунок режимів різання

Токарна операція

Обточування робочої частини оправки розточної.

Матеріал – Сталь 45

Устаткування – токарно-револьверний оброблюваний центр Haas ST-10

Інструмент – різець прохідний T15K6 ГОСТ 18868-73

Глибина різання – 1 мм

1)Точіння поверхні.

Встановлюємо режими різання для чорнової обробки поверхні Ø20h14.

Глибина різання $t = 2$ мм.

Встановлюємо подачу. При точінні сталейних заготовок пропонується подача:

$$S_o = 0,4 \div 0,5 \text{ мм/об} \quad [1, \text{т.11, с.266}]$$

Приймаємо $S_o = 0,4$ мм/об

На верстаті Haas ST-10 регулювання частоти обертання та подачі здійснюється безступінчасто.

Встановлюємо період стійкості різця

$$T = 60 \text{ хв} \quad [1, \text{с.268}]$$

Розраховуємо швидкість різання, допустиму різальними властивостями різця за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} K_v, \text{ м/хв} \quad [1, \text{с. 268}] \quad (3.6)$$

де: C_v – емпіричний коефіцієнт;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S_o – подача на оберт;

T – період стійкості різця;

t – глибина різання;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{ov} \quad [1, \text{с. 268}] \quad (3.7)$$

де: K_{mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблююмого матеріалу на швидкість різання;

K_{iv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання;

K_{nv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання

K_{ov} – коефіцієнт, який враховує вид токарної обробки

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{HB} \right)^{n_v} \quad (3.8)$$

де: $HB = 170$ – твердість оброблююмого матеріалу.

$$n_v = 1$$

отже:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{170} \right)^1 = 1,05$$

Вихідні данні призначаємо по довіднику:

$$C_v = 350, x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2;$$

$$K_{\mu v} = 1,05;$$

$$K_{iv} = 1,0;$$

$$K_{nv} = 0,9;$$

$$K_{ov} = 0,9$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином:

$$K_{mv} = 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,85$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 0,85 = 163,46 \text{ м/хв} \approx 2,72 \text{ м/с}$$

Визначаємо частоту обертання шпінделя за формулою:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ хв}^{-1} \quad (3.9)$$

де: V – швидкість різання.

$$n = \frac{1000 \times 163,46}{3,14 \times 20} = 2602,2 \text{ хв}^{-1}$$

Оскільки на верстаті Haas ST-10 регулювання частоти обертання і подачі безступінчасте то залишаємо обрані режими різання без змін. Приймаємо $n=2602 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \text{ Н} \quad [1, \text{с.271}] \quad (3.10)$$

де: C_p – емпіричний коефіцієнт;

t – глибина різання;

S – подача;

V – дійсна швидкість різання;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_p = K_{Mp} K_{p\varphi} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (3.11)$$

де: K_{Mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюємого матеріалу на силові залежності;

$K_{p\varphi}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані φ на силові залежності;

$K_{\gamma p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута γ на силові залежності;

$K_{\lambda p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу головної різальної кромки λ на силові залежності;

K_{rp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив радіусу при вершині на силові залежності;

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad (3.12)$$

Де: $n_p = 0,5$

$$K_{Mp} = \left(\frac{170}{190} \right)^{0,5} = 0,94$$

$$K_{p\varphi} = 0,89 \text{ (1, т.23, с.275)}$$

$$K_{\gamma p} = 1,25 \text{ (4, т.23, с.275)}$$

$$K_{\lambda p} = 1,0 \text{ (4, т.23, с.275)}$$

$$K_p = 0,94 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,04$$

$$C_p = 300, x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 165,37^{-0,15} \cdot 1,04 = 1218,05 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N_p = \frac{P_z V_d}{1000 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (3.13)$$

де: P_z – сила різання;

V_d – дійсна швидкість різання.

$$N_p = \frac{1218,05 \times 163,46}{1000 \times 60} = 3,3 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L}{n S_o} i, \text{ хв} \quad (3.14)$$

де: L – довжина робочого шляху інструмента;

n – частота обертання шпинделя;

S_o – подача на оберт;

i – число проходів

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм} \quad (3.15)$$

l_1 – довжина оброблюємої поверхні;

l_2 – величина врізання;

l_3 – величина перебігу.

Величина перебігу приймається рівною 2...5 мм. В нашому випадку $l_3 = 5$.

$$T_o = \frac{45}{2602 \times 0,4} \times 5 = 0,21 \text{ хв}$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також встановлюємо режими різання для чистової обробки поверхні Ø20h9. Глибина різання $t = 0,4$ мм.

Встановлюємо подачу. При точінні сталейних заготовок пропонується подача:

$$S_o = 0,1 \text{ мм/об}$$

На верстаті Haas ST-10 регулювання частоти обертання та подачі здійснюється безступінчасто.

Встановлюємо період стійкості різця

$$T = 60 \text{ хв} \quad [1, \text{с.268}]$$

Розраховуємо швидкість різання, допустиму різальними властивостями за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} K_v, \text{ м/хв} \quad [1, \text{с. 268}] \quad (3.16)$$

де: C_v – емпіричний коефіцієнт;

S_o – подача;

T – період стійкості різця;

t – глибина різання;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{ov} \quad [1, \text{с. 268}] \quad (3.17)$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: K_{mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблююмого матеріалу на швидкість різання;

K_{iv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання;

K_{nv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання

K_{ov} – коефіцієнт, який враховує вид токарної обробки

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{HB} \right)^{n_v}$$

де: HB = 170 – твердість оброблююмого матеріалу.

$$n_v = 1$$

отже:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{170} \right)^1 = 1,05$$

Вихідні данні призначаємо по довіднику:

$$C_v = 350, x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2;$$

$$K_{\mu v} = 1,05;$$

$$K_{iv} = 1,0;$$

$$K_{nv} = 0,9;$$

$$K_{ov} = 0,9$$

Таким чином:

$$K_{mv} = 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,85$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \times 0,4^{0,15} \times 0,1^{0,35}} \times 0,85 = 270,45 \text{ м/хв} \approx 4,5 \text{ м/с}$$

Визначаємо частоту обертання шпінделя за формулою

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ хв}^{-1} \quad (3.18)$$

де: V – швидкість різання.

$$n = \frac{1000 \times 270,45}{3.14 \times 20} = 4306,5 \text{ хв}^{-1}$$

Оскільки на верстат Haas ST-10 регулювання частоти обертання і подачі безступінчасте то залишаємо обрані режими різання без змін. Приймаємо $n=4306 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \text{ Н} \quad (3.19)$$

де: C_p – емпіричний коефіцієнт;

t – глибина різання;

S – подача;

V – дійсна швидкість різання;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання

$$K_p = K_{Mp} K_{p\phi} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (3.20)$$

де: K_{Mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблююмого матеріалу на силові залежності;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\varphi p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані φ на силові залежності;

$K_{\gamma p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута γ на силові залежності;

$K_{\lambda p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу головної різальної кромки λ на силові залежності;

K_{rp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив радіусу при вершині на силові залежності;

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad (3.21)$$

Де: $n_p = 0,5$

$$K_{mp} = \left(\frac{170}{190} \right)^{0,5} = 0,94$$

$$K_{p\varphi} = 0,89 \text{ (1, т.23, с.275)}$$

$$K_{\gamma p} = 1,25 \text{ (4, т.23, с.275)}$$

$$K_{\lambda p} = 1,0 \text{ (4, т.23, с.275)}$$

$$K_p = 0,94 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,04$$

$$C_p = 300, x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15 \text{ (4, т.22, с.274)}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 270,4^{-0,15} \cdot 1,04 = 538,7 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання

$$N_p = \frac{P_z V_d}{1000 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (3.22)$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: P_z – сила різання;

V_o – дійсна швидкість різання.

$$N_p = \frac{538,7 \times 270,4}{1000 \times 60} = 2,42 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i, \text{ хв} \quad (3.23)$$

де: L – довжина робочого шляху інструмента;

n – частота обертання шпинделя;

S_o – подача на оберт;

i – число проходів

$$T_o = \frac{45}{4306 \times 0,1} \times 5 = 0,52 \text{ хв}$$

3.6 Визначення режимів різання та зусиль, з якими працює розточна оправка

Обробка виконується на токарно-револьверному оброблюваному центрі Haas ST-10

Матеріал, що оброблюється – сталь 45.

1) Точіння поверхні.

Встановлюємо режими різання для чорнової обробки поверхні Ø38H14.

Глибина різання на чорнове точіння складає $t = 1$ мм.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлюємо подачу. При розточуванні сталених заготовок пропонується подача

$$S_o = 0,25 \div 0,35 \text{ мм/об} \quad [1, \text{ т.11, с.266}]$$

Приймаємо $S_o = 0,32 \text{ мм/об}$

На верстаті Haas ST-10 регулювання частоти обертання та подачі здійснюється безступінчасто.

Встановлюємо період стійкості різця:

$$T = 60 \text{ хв}$$

Розраховуємо швидкість різання, допустиму різальними властивостями різця за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} K_v, \text{ м/хв} \quad [1, \text{ с. 265}] \quad (3,24)$$

де: C_v – емпіричний коефіцієнт;

S_o – подача на оберт;

T – період стійкості різця;

t – глибина різання;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} K_{ov} \quad [1, \text{ с. 261}] \quad (3.25)$$

де: K_{mv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання;

K_{iv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{nv} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання

K_{ov} – коефіцієнт, який враховує вид токарної обробки

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{HB} \right)^{n_v} \quad [1, \text{с. 261}] \quad (3.26)$$

де: HB = 170 – твердість оброблююмого матеріалу.

$$n_v = 1$$

отже:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{180}{170} \right)^1 = 1,1$$

Вихідні данні призначаємо по довіднику:

$$C_v = 350; x = 0,15; y = 0,35; m = 0,2;$$

$$K_{\mu v} = 1,1;$$

$$K_{iv} = 1,0;$$

$$K_{nm} = 0,9;$$

$$K_{ov} = 0,9$$

Таким чином:

$$K_{mv} = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,89$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,32^{0,35}} \times 0,89 = 206,29 \text{ м/хв} \approx 3,43 \text{ м/с}$$

Визначаємо частоту обертання шпінделя за формулою

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ хв}^{-1} \quad (3.27)$$

де: V – швидкість різання.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \times 206,29}{3.14 \times 38} = 1729, \text{ хв}^{-1}$$

Оскільки на верстаті Haas ST-10 регулювання частоти обертання і подачі безступінчасте то залишаємо обрані режими різання без змін. Приймаємо $n=1729 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \text{ Н} \quad [1, \text{ с. 271}] \quad (3.28)$$

де: C_p – емпіричний коефіцієнт;

t – глибина різання;

S – подача;

V – дійсна швидкість різання;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт на силу різання

$$K_p = K_{Mp} K_{p\varphi} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \quad (3.29)$$

де: K_{Mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$K_{p\varphi}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані φ на силові залежності;

$K_{\gamma p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута γ на силові залежності;

$K_{\lambda p}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу головної різальної кромки λ на силові залежності;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{rp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив радіусу при вершині на силові залежності;

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad [1, \text{с. 261}] \quad (3.30)$$

Де: $n_p = 0,5$

$$K_{mp} = \left(\frac{163}{190} \right)^{0,5} = 0,92$$

$K_{p\phi} = 0,89$ (1, т.23, с.275)

$K_{\gamma p} = 1,25$ (4, т.23, с.275)

$K_{\lambda p} = 1,0$ (4, т.23, с.275)

$$K_p = 0,92 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1, \cdot 1,0 = 1,02$$

$C_p = 300, x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$ (4, т.22, с.274)

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 206,29^{-0,15} \cdot 1,02 = 585 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 206,29^{-0,3} \cdot 1,02 = 261,6 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 300 \cdot 2,2^{1,0} \cdot 0,32^{0,3} \cdot 206,29^{-0,4} \cdot 1,02 = 304,88 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання

$$N_p = \frac{P_z V_d}{1000 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

(2.8)

де: P_z – сила різання;

V_d – дійсна швидкість різання.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_p = \frac{585 \times 206,2}{1000 \times 60} = 2 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i, \text{ хв} \quad (3.31)$$

де: L – довжина робочого шляху інструмента;

n – частота обертання шпинделя;

S_o – подача на оберт;

i – число проходів

$$L = l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм} \quad (3.32)$$

l_1 – довжина оброблюємої поверхні;

l_2 – величина врізання;

l_3 – величина перебігу.

Величина перебігу приймається рівною 2...5 мм. В нашому випадку $l_3 = 5$.

$$T_o = \frac{30}{1729 \times 0,32} = 0,05 \text{ хв}$$

Отже, розрахувавши припуски на обробку оправки розточної збірної, розробивши маршрут обробки корпусу інструмента та розрахувавши режими різання, було визначено, що даний інструмент виготовляється із суцільного матеріалу і технологічний у подальшому виготовленні виготовленні.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

4.1 Огляд конструкції пристосування

Технологічне пристосування застосовують на різних технологічних етапах виробництва, де необхідна жорстка фіксація деталей і вузлів: обробка металів різанням, контроль, складання. Але найбільшу популярність мають саме верстатні пристосування, складність і габарити яких, залежать від роду технологічного процесу, конфігурації деталі, що виготовляється і серійності виробництва. Технологічне пристосування застосовують для правильного базування та надійного кріплення на верстаті на якому оброблюється деталь. Такі пристосування застосовують на різних технологічних етапах виробництва, де необхідна жорстка фіксація деталей і вузлів: обробка металів різанням, контроль, складання. Але найбільшу популярність мають саме верстатні пристосування, складність і габарити яких, залежать від роду технологічного процесу, конфігурації деталі, що виготовляється і серійності виробництва.

Технологічні пристосування, які використовуються на металорізальних верстатах дозволяють:

1. Підвищити точність обробки;
2. Знизити собівартість продукції;
3. Полегшити умови роботи та підвищити її безпеку;
4. Розширити технологічні можливості;
5. Застосувати технічно – обґрунтовані норми часу;
6. Скоротити число працівників, необхідних для випуску продукції ;
7. Підвищення продуктивності праці відбувається за рахунок скорочення допоміжного часу та підвищення режимів різання.

За останні роки в пристроях для механічної обробки деталей пневматичні приводи набули широкого поширення не тільки в масовому і великосерійному, але і в дрібносерійному і навіть в індивідуальному

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництві. Якщо раніше пневмоприводи використовувалися переважно та токарних, револьверних, внутрішньошліфувальних, фрезерних верстатах, то тепер вони застосовуються для закріплення деталей на зубооброблюючих, карусельних, розточувальних та інших верстатах.

Пневматичні приводи застосовуються не тільки для закріплення деталей в пристроях, а й для закріплення швидкозмінного інструменту, для зняття оброблюваної деталі з базових місць пристосування, для автоматичного розподілу і для здійснення інших технологічних прийомів. Так, наприклад, для скорочення допоміжного часу і полегшення праці верстатника на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах для затягування фрез використовуються пневматичні пристрої, які працюють від звичайної мережі стисненого повітря. Широкому поширенню пневматичних приводів сприяє як велика різноманітність їх конструкцій, так і властиві їм переваги:

- 1) швидкість дії приводу, яка досягається завдяки великій швидкості течії стисненого повітря по трубопроводах (15 - 20 м / с);
- 2) стабільність сили затиску протягом всього періоду обробки деталі;
- 3) можливість регулювання затискного зусилля в широких межах;
- 4) працездатність приводу незалежно від коливань температури навколишнього середовища (при низьких температурах докільця стиснене повітря не замерзає в трубопроводах);
- 5) простота конструкції.

Для закріплення даної деталі застосовуємо пристосування для фрезерування опорної поверхні під твердосплавну пластину з пневмоциліндром. Дана деталь притискається прихватом, а деталь , яка оброблюється лежить на призмах.

The technical drawing consists of two views of a mechanical assembly:

- Top View (Cross-section):** Shows the internal components of the assembly. Key features include:
 - 1:** The main body of the assembly.
 - 2:** A central vertical shaft or rod.
 - 3:** A horizontal shaft or rod passing through the center.
 - 4:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 5:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 6:** A threaded rod or bolt passing through the top.
 - 7:** A nut or washer at the top.
 - 8:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 9:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 10:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 11:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 12:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 13:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 14:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 15:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
- Bottom View (Top View):** Shows the top of the assembly. Key features include:
 - 1:** The main body of the assembly.
 - 2:** A central vertical shaft or rod.
 - 3:** A horizontal shaft or rod passing through the center.
 - 4:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 5:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 6:** A threaded rod or bolt passing through the top.
 - 7:** A nut or washer at the top.
 - 8:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 9:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 10:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.
 - 11:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 12:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 13:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 14:** A component on the right side, possibly a bearing or bush.
 - 15:** A component on the left side, possibly a bearing or bush.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний вигляд пристосування показаний на рис. 4.1. Пристосування змонтовано на плиті 2, на якій встановлені дві призми 3, на яких встановлена деталь. Деталь встановлюється на призми по зовнішній поверхні, при цьому один із торців деталі впирається в упор 6. Закріплення заготовки здійснюється хитним прихватом 5. Пневмокамера односторонньої дії. Закріплення здійснюється при русі штока пневмокамери вверх, через пневмокамеру, на яку подається стиснене повітря, а розкріплення - при звільненні тиску повітря в пневмокамері та за рахунок пружини 7.

4.2 Розрахунок сил закріплення деталі в пристосуванні

При закріпленні заготовок в призмі з кутом 90° , силу закріплення можна знайти за формулою:

$$Q = \frac{2K \cdot M_{кр}}{\left(f_1 + f_2 \sin \frac{\alpha^\circ}{2}\right) d} \quad [3, \text{с. 2}] \quad (4.1)$$

Где $f_1=0,2$ - коефіцієнт тертя при контакті заготовки з прижимом;
 $f_2=0,16$ – коефіцієнт тертя при контакті обробленої поверхні заготовки з установчими поверхнями призми;

k – коефіцієнт запасу;

R - радіус заготовки, мм.

Момент різання визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} \quad [3, \text{с. 3}] (4.2)$$

де D - діаметр фрези, мм

Сила P_z визначається за формулою:

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{np}; \quad [3, \text{с. 4}](4.3)$$

где $z=4$ - число зубів фрези;

$C_p=68,2$; $x=0,86$; $y=0,72$; $u=1,0$; $q=0,86$; $w=0$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{640}{750} \right)^1 = 0,85$$

$K_{Mp}=0.85$; $S=0,02$ мм/зуб; $t=0,3$ мм

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 6^{1,0} \cdot 4}{6^{0,86} \cdot 1} \cdot 0,85 = 52,24 \text{ Н};$$

Момент різання:

$$M_{кр} = \frac{52,2 \cdot 46}{2 \cdot 100} = 1,56 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запасу k , який враховує нестабільність силових навантажень на заготовку для забезпечення надійного кріплення, визначають за формулою:

$$k=k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де $k_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_1=1$ - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання; (для чорнової обробки $k_1=1$);

$k_2=1,6$ – враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструменту;

$k_3=1$ – враховує сили різання, якщо різання неперервне $k_3=1$;

$k_4=1$ – характеризує сталість сили, що розвивається затискачем;

$k_5=1$;

$k_6=1$;

$k=1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=2,4$

Якщо в результаті розрахунку коефіцієнт запасу виявляється менше 2,5 приймають $k = 2,5$.

Сила закріплення заготовки:

$$Q' = \frac{2 \cdot 1,4 \cdot 1,56}{(0,7 + 0,7 \cdot 0,7) \cdot 0,006} = 613,44 \text{ Н}$$

Сила на штоці пневмокамери:

де $R_{\text{пр}}=100 \text{ Н}$ – сила затиску пружини;

$Q=613,44+100=713,44 \text{ Н}$

Приймаємо тиск повітря в пневмосистемі $s=0,63 \text{ МПа}$ і ККД привода $z=0,85$.

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}}; \quad [3, \text{с. 5}](4.4)$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 713,44}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 51,88 \text{ мм}$$

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Округляєм до найближчого стандартного значення і приймаємо $D = 50$ мм відповідно до ГОСТ 15608 - 81, виходячи з цього діаметр штока приймаємо 18мм.

Похибка базування з'являється внаслідок несумісності установочної бази з вимірювальною. Ця похибка визначається різницею граничних відстаней вимірювальної бази від різальної кромки, встановленого на розмір інструменту. Похибка закріплення виникає внаслідок зміщення заготовки під впливом затискної сили, яка застосовується для фіксування її положення. Ця похибка дорівнює різниці між граничними величинами зміщення вимірювальної бази у напрямку виконавчого розміру.

Визначаємо похибку базування

Похибка базування ε_B визначається за відповідними геометричними розрахунками або аналізом розмірних ланцюгів. При базуванні в призмі при фрезеруванні пазу під твердосплавну пластину, похибку базування визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot TD \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha - 1} \right); \quad [5]$$

TD – допуск на розмір;

$$TD = 52 \text{ мкм.}$$

Тоді похибка дорівнює:

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 52 \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha - 1} \right) = 10,4 \text{ мкм;}$$

Отже, при встановленні та закріпленні деталі в призмах, похибка базування дорівнює 10,4 мкм.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТУ З ЧПК

5.1 Керуюча програма для механічної обробки оправки розточної збірної

Для промислових підприємств, що використовують процеси механічної обробки деталей, актуальні завдання зниження трудомісткості операцій і собівартості виготовлення деталей зі збереженням заданих показників якості. Тому технологічні бюро ведуть постійний пошук шляхів вдосконалення технологічних процесів обробки з урахуванням можливостей, що надаються новим високопродуктивним інструментом і сучасним інформаційно-програмним забезпеченням. Особливості сучасного етапу розвитку машинобудування характеризується значним поширенням і використанням багатофункціональних верстатів з ЧПК.

Застосування такого типу обладнання дозволяє значно підвищити продуктивність обробки і поліпшити якість виготовлених деталей. Головна особливість цього обладнання полягає в тому, що рух інструменту щодо оброблюваної заготовки заздалегідь програмується і записується в числовій формі. Основна функція будь-якого обладнання з ЧПК - автоматичне і точне управління рухом робочих органів. Робочі органи будь-якого верстату з ЧПК має два або більше напрямки для руху, які називаються осями, причому, рух по цих осях здійснюється автоматично і з заданою точністю. Перша перевага використання верстатів з ЧПК полягає в більш високому рівні автоматизації. Випадки втручання верстатника або оператора в процес виготовлення деталі можуть бути виключені або зведені до мінімуму. Процес технологічної підготовки виробництва повністю керується інженером-технологом. Більшість верстатів з ЧПК можуть працювати автономно протягом всього процесу обробки заготовки деталі, тому оператор-верстатник може виконувати інші завдання.

Друга перевага використання технології ЧПК полягає в більш точному виготовленні деталі. Сьогодні виробники верстатів з ЧПК говорять про високу

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точність і надійність обладнання. Це означає, що одного разу налагоджена керуюча програма може бути використана на верстаті з ЧПК для виробництва двох, десяти або тисячі абсолютно ідентичних деталей, причому при повному дотриманні вимог до точності.

Третьою перевагою застосування будь-якого обладнання з ЧПК є гнучкість і можливість швидкого переналагодження обладнання. На обладнанні з програмним керуванням виготовлення різних деталей зводиться до простої заміни керуючої програми і, в деяких випадках, різального інструменту. За способом підготовки і введення керуючої програми розрізняють, так звані, оперативні системи ЧПК (в цьому випадку керуючу програму готують і редагують безпосередньо на верстаті, в процесі обробки першої деталі з партії або імітації її обробки) і системи, для яких керуюча програма готується незалежно від місця обробки деталі. Причому, незалежна підготовка керуючої програми може виконуватися або за допомогою засобів обчислювальної техніки, що входять до складу системи ЧПК даного верстата, або поза її (вручну або за допомогою системи автоматизації програмування).

Існують три основні способи розробки керуючих програм: ручне програмування, програмування на стійці ЧПУ та програмування за допомогою САМ-систем. Ручне програмування є дуже виснажливим заняттям. Однак програмісти-технологи зобов'язані мати хороше розуміння техніки ручного програмування незалежно від того, чи дійсно вони її використовують. Програмування на стійці системи ЧПК. цей метод програмування став вельми популярний в останні роки. Програми створюються і вводяться безпосередньо на стійці системи ЧПУ, використовуючи клавіатуру, дисплей, а також систему графічних піктограм і меню Програмування за допомогою САМ-систем. САМ-системи дозволяють підняти програмування для верстатів з ЧПК на більш високий рівень, порівняно з рутинним ручним програмуванням. САМ-системи позбавляють технолога-програміста від необхідності проводити математичні обчислення вручну; дозволяють створювати на одному базовому мовою керуючі програми для різного устаткування з ЧПУ; нарешті, вони

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують технолога типовими функціями, автоматизують ту чи іншу обробку. Для використання САМ-системи технолог-програміст використовує персональний комп'ютер або робочу станцію.

Наведемо приклад програми токарної обробки хвостовика деталі тп зобразимо візуалізацію процесу обробки на рис. 5.1 .

%	N39 X34.828 Z-54.38
O1001	N40 G0 Z1.414
N10 G98 G18	N41 X31.128
N11 G21	N42 G1 X28.3 Z0. F0.127
N12 G50 S6000	N43 Z-54.
N13 M31	N44 X28.413
N14 G53 G0 X0.	N45 G3 X31. Z-54.551 K-1.794
	N46 G1 X33.828 Z-53.137
(Profile3)	N47 G0 Z1.414
N15 T101	N48 X29.428
N16 G99	N49 G1 X26.6 Z0. F0.127
N17 M22	N50 Z-0.971
N18 G97 S629 M3	N51 G3 X27. Z-1.794 I-1.594
N19 G54	K-0.823
N20 M8	N52 G1 Z-19.794
N21 G0 X54. Z5.	N53 X26.986 Z-19.95
N22 G50 S5000	N54 X26.774 Z-21.166
N23 G96 S107 M3	N55 G3 X27. Z-21.794 I-1.681
N24 G0 Z1.414	K-0.627
N25 X35.803	N56 G1 Z-34.794
N26 G1 X34.828 F0.127	N57 X26.986 Z-34.95
N27 X32. Z0.	N58 X26.774 Z-36.166
N28 Z-55.791	N59 G3 X27. Z-36.794 I-1.681
N29 Z-55.794	K-0.627
N30 Z-59.76	N60 G1 Z-53.794
N31 X34.	N61 X26.986 Z-53.95
N32 X38.	N62 X26.978 Z-54.
N33 G0 Z1.414	N63 X28.413
N34 X32.828	N64 G3 X29.3 Z-54.056
N35 G1 X30. Z0. F0.127	K-1.794
N36 Z-54.185	N65 G1 X32.128 Z-52.642
N37 G18 G3 X32. Z-55.791	N66 G0 Z1.366
I-0.794 K-1.609	N67 X27.821
N38 G1 Z-55.794	N68 G1 X24.993 Z-0.048

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F0.127	N84 Z-55.
N69 Z-1.717	N85 X28.413
N70 X25. Z-1.794	N86 G3 X30. Z-55.794 K-0.794
N71 Z-19.794	N87 G1 Z-59.76
N72 X24.994 Z-19.863	N88 X32.828 Z-58.346
N73 X24.993 Z-19.871	N89 X34.
N74 Z-21.717	N90 G0 X54.
N75 X25. Z-21.794	N91 Z5.
N76 Z-34.794	N92 G97 S629 M3
N77 X24.994 Z-34.863	
N78 X24.993 Z-34.871	N93 M9
N79 Z-36.717	N94 G53 X0.
N80 X25. Z-36.794	N95 G53 Z0.
N81 Z-53.794	N96 M30
N82 X24.994 Z-53.863	%
N83 X24.993 Z-53.871	

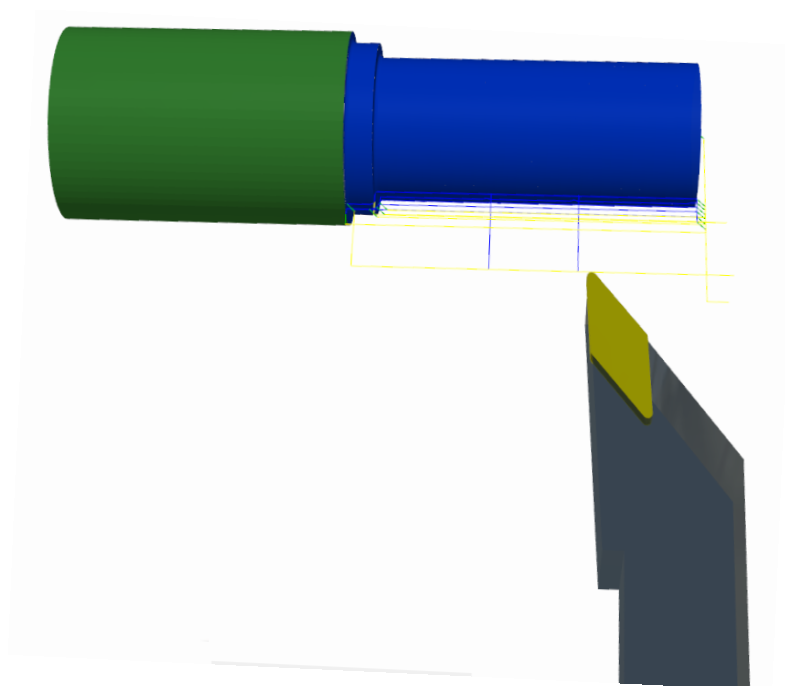


Рисунок 5.1 – Візуалізація процесу обробки деталі

В ході роботи було розроблено керуючу програму для токарної обробки робочої частини оправки розточної збірної, змодельовали процес обробки на токарному верстаті з ЧПК моделі HAAS – ST 10, дані результати винесені на плакат.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ РОБОТІ ІНСТРУМЕНТУ

6.1 Аналіз напружень, які виникають під час обробки матеріалу

Напружено - деформований стан – це сукупність внутрішніх напружень та деформацій в інструменті, які виникають під час обробки деталі.

Під час обробки певної деталі на інструмент діють зовнішні сили P_z , P_x , P_y , які зображені на рис. 6.1 та в певній мірі деформують інструмент.

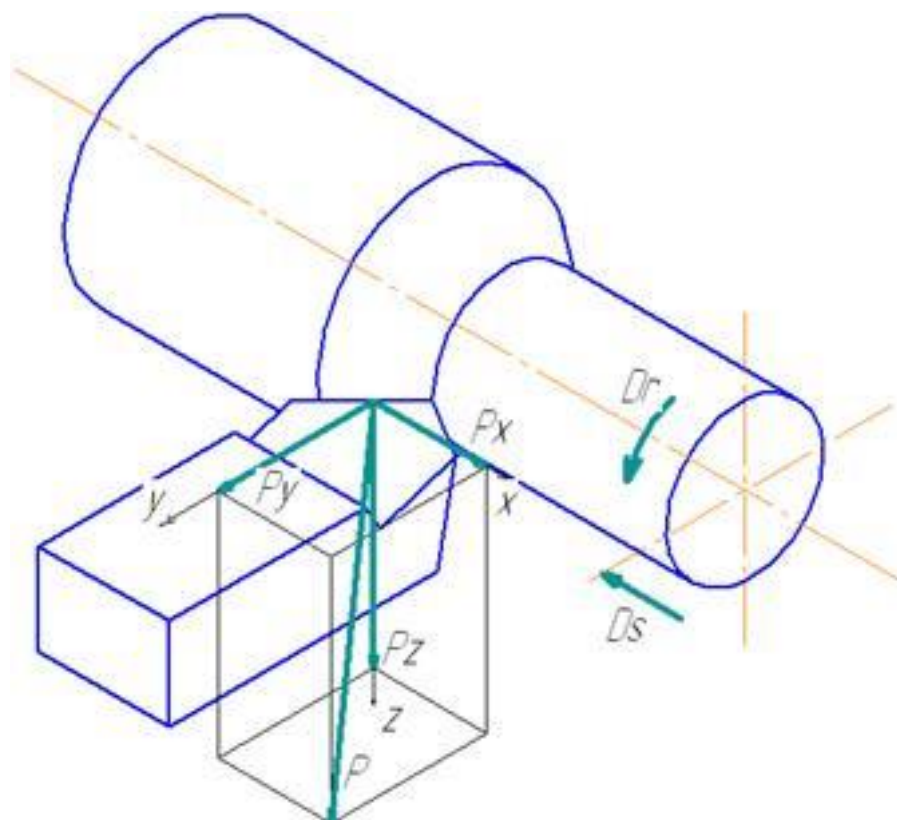


Рисунок 6.1 – Сили, які діють на інструмент під час обробки деталі

Для визначення аналізу напружено – деформованого стану використовуємо програму AUTODESK Fusion 360, яка моделює стан інструменту, на який діють зовнішні сили P_z , P_x , P_y , під час яких виникають внутрішні напруження. В ході роботи було розраховано режими різання з якими працює оправка розточна збірна, і було розраховано величини сил які виникають під час обробки.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сили різання розраховані за формулами:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 206,29^{-0,15} \cdot 1,02 = 585 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 206,29^{-0,3} \cdot 1,02 = 261,6 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 300 \cdot 2,2^{1,0} \cdot 0,32^{0,3} \cdot 206,29^{-0,4} \cdot 1,02 = 304,88 \text{ Н}$$

Виходячи з цих розрахунків, було зображено аналіз напружено – деформованого стану який показаний на рис. 6.2

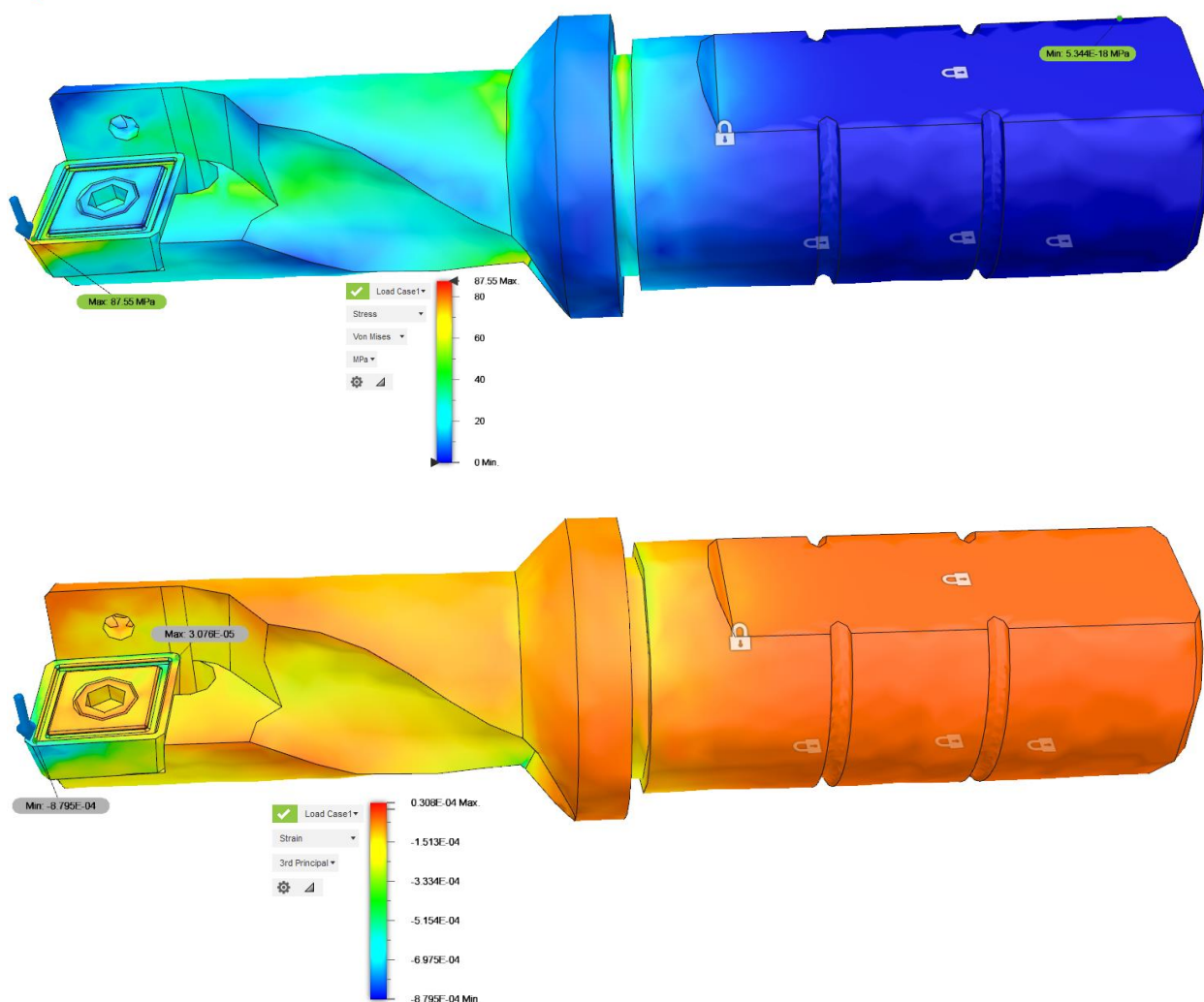


Рисунок 6.2 – Аналіз напружено – деформованого стану при дії зовнішньої сили P_z

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний аналіз розрахований при дії зовнішніх сил P_z , P_x , P_y та було визначено максимальну та мінімальну деформацію інструменту під час обробки.

Тангенціальна сила $P_z=585\text{Н}$.

Напруження інструмента: min: $5,344\text{E-}18\text{ МПа}$. max: $87,55\text{МПа}$.

Деформація інструмента: max: $3,076\text{E-}05$; min: $-8,795\text{E-}04$

Осьова сила $P_x=305\text{Н}$.

Напруження інструмента: min: $6,987\text{E-}19\text{ МПа}$. max: $67,77\text{МПа}$.

Деформація інструмента: max: $1,103\text{E-}04$; min: $-4,991\text{E-}04$;

Радіальна сила $P_y=262\text{Н}$.

Напруження інструмента: min: $2,633\text{E-}18\text{ МПа}$. max: $59,49\text{МПа}$.

Деформація інструмента: max: 0; min: $-9,363\text{E-}04$; [6]

Отже, проаналізувавши та змодельовавши даний інструмент, було визначено, що під час обробки оправка розточна збірна витримує навантаження, які виникають при дії зовнішніх сил на інструмент. Дані результати в повному обсязі зображено на плакаті напружено – деформованого стану.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Справочник технолога - машиностроителя т.2 Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М. Машиностроение, 1985, 656с.
2. Методические указания к расчету припусков (расчетно – аналитический метод) по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальностей 12.01 и 12.02 всех форм обучения/ Сост. В.В. Душинский, В.Г. Беланенко, А.Г. Кругляк и др. – К.: КПИ, 1991 -80 с.
3. [http://amti.esrae.ru/pdf/2018/3\(1\)/191.pdf](http://amti.esrae.ru/pdf/2018/3(1)/191.pdf)
4. Каталог металорізальних інструментів «TaeguTec»
5. <https://vunivere.ru/work45281/page2>
6. Програма для візуалізації Autodesk Fusion 360
7. Справочник технолога - машиностроителя т.1 Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М. Машиностроение, 1985, 656с.
- 8.Общемашиностроительные типовые нормы времени на изготовление режущего и измерительного инструмента. М., «Машиностроение», 1974, 699с.
9. Равська Н.С., Мельничук П.П., Касьянов А.Г., Родін Р.П. Технологія інструментального виробництва: підручник для студентів спеціальностей: 7.090202 «Технологія машинобудування», 7.090203 «Металорізальні верстати та системи», 7.090204 «Інструментальне виробництво». – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 555 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 1. Ред совет: Б.Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение 1984. 592 с., ил.
11. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 2. Ред совет: Б.Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение 1984. 656 с., ил
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение. 1988. – 736 с.: ил.

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А. Специфікація до складального креслення оправки розточної збірної

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б. Специфікація для верстатного пристрою

					ДПБ.ММІ.МІ-п6117.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В. Операційні карти

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г. Ескізні карти

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Документация			
					ДПБ.ММІ.Мі-п6117.01.003.СК	Складальне креслення	1		
						Детали			
				1		Корпус	1		
				2		Пластина	1		
				3		Гвинт	1		
Подп. и дата	Инв. № дцл.	Взам. инв. №	Подп. и дата						
Инв. № подл.						ДПБ.ММІ.Мі-п6117.01.003.СК			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.					Складальне креслення	Лит.	Лист	Листов
	Пров.								1
	Н.контр.								
	Утв.								

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1				Документация		
					Складальне креслення	1	
					Деталі		
			2		Основа		
			5		Плита		
			8		Пружина		
			1		Коромисло		
			3		Призма		
					Стандартні вироби		
			16		Болт М12х70 ГОСТ 15591-70	1	
			6		Гайка М20х1,5-6Н ГОСТ 15521-70	1	
			7		Шайба А.20.37 ГОСТ 11371-78	1	
			9		Гвинт М12х1,25-6dх45 ГОСТ 17473-80	4	
			10		Штифт 6х60 ГОСТ 3128-70	4	
			11		Гайка М20х1,5-6Н ГОСТ 15521-70	1	
	13		Болт М12х70 ГОСТ 15591-70	1			
	14		Гайка М12х1,5-6Н ГОСТ 15521-70	4			
	15		Шайба А.20.37 ГОСТ 11371-78	1			
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДПБ.ММІ.Мі-п6117.04.000.СК			
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Инв. № подл.	Разраб.			Приспосовання для фрезерування пазу під пластину	Лит.	Лист	Листов
	Пров.						1
	Н.контр.						
	Утв.						

[illegible]

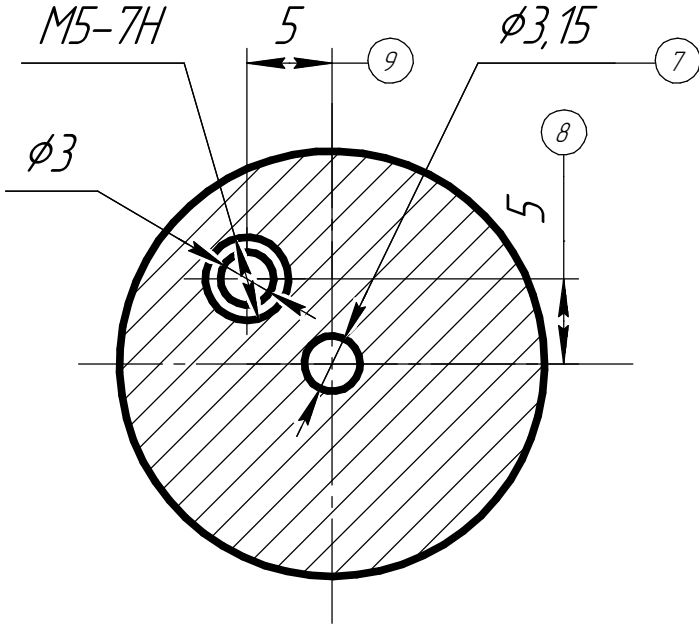
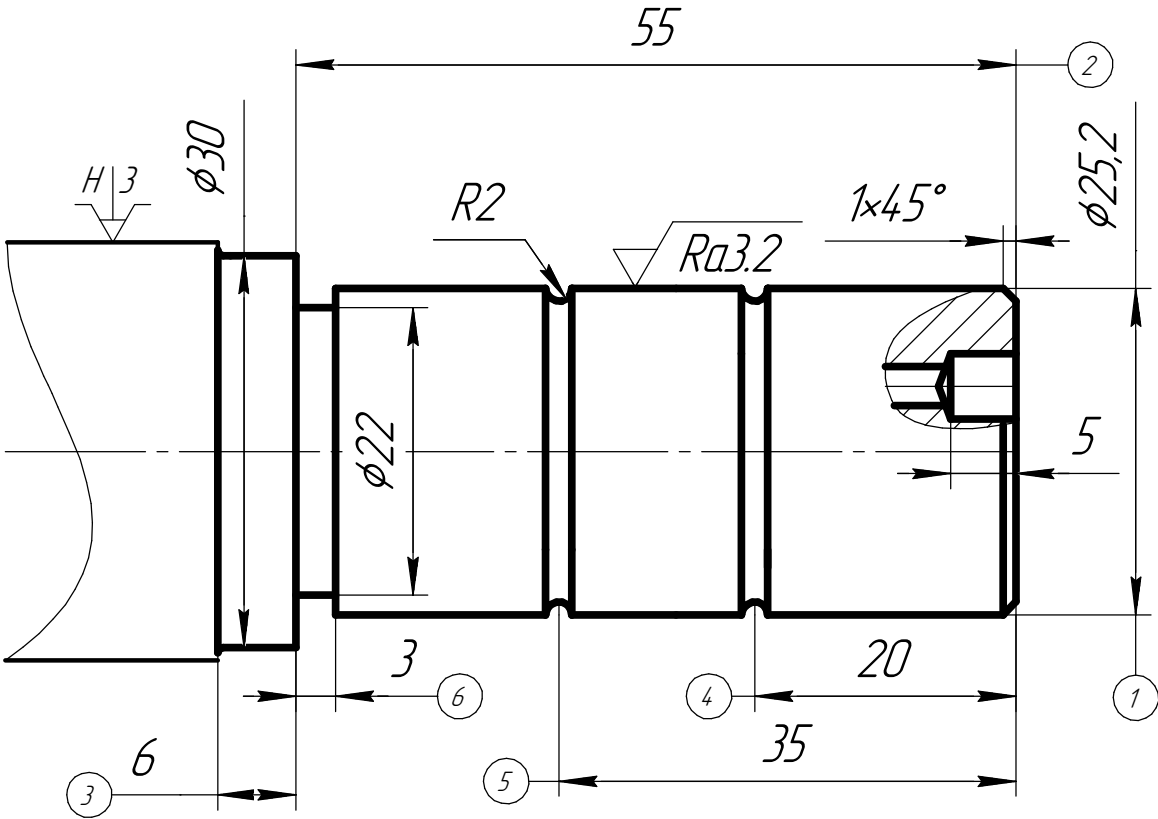
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

Разрад	Таран Е.С.						389216	
Провер	Красновид Д.О.						20160	
					Оправка розточна збірна			ДП
Н.контр.	Красновид Д.О.							005



1. $h14, \pm \frac{IT14}{2}$.

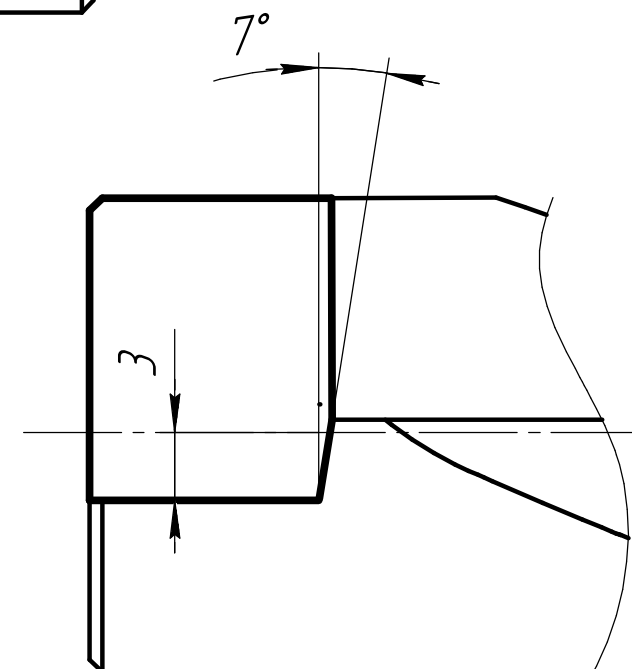
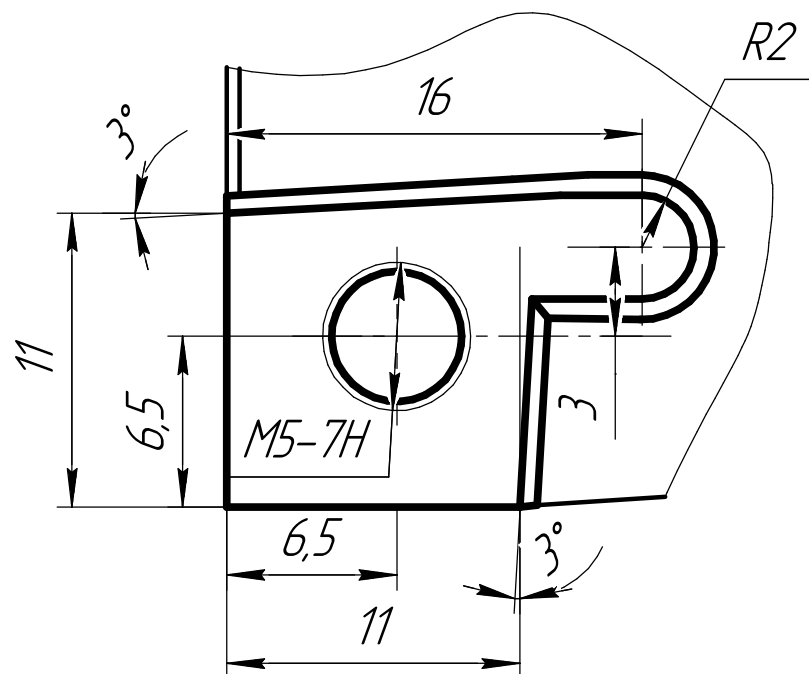
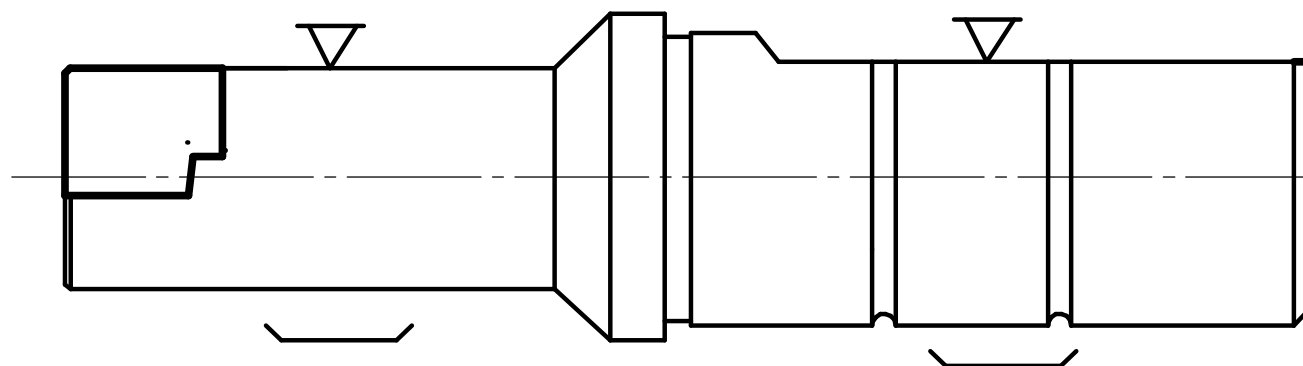
[illegible]

Technical drawing of a mechanical part, likely a piston, showing a cross-section. The drawing includes a central horizontal axis and a vertical centerline. Key dimensions are labeled: a diameter of $\phi 225,2$ at the top left, a diameter of $\phi 225,02$ at the bottom right, and a length of 45. A feature on the left is labeled $H/3$. A circled number 1 is at the bottom right.

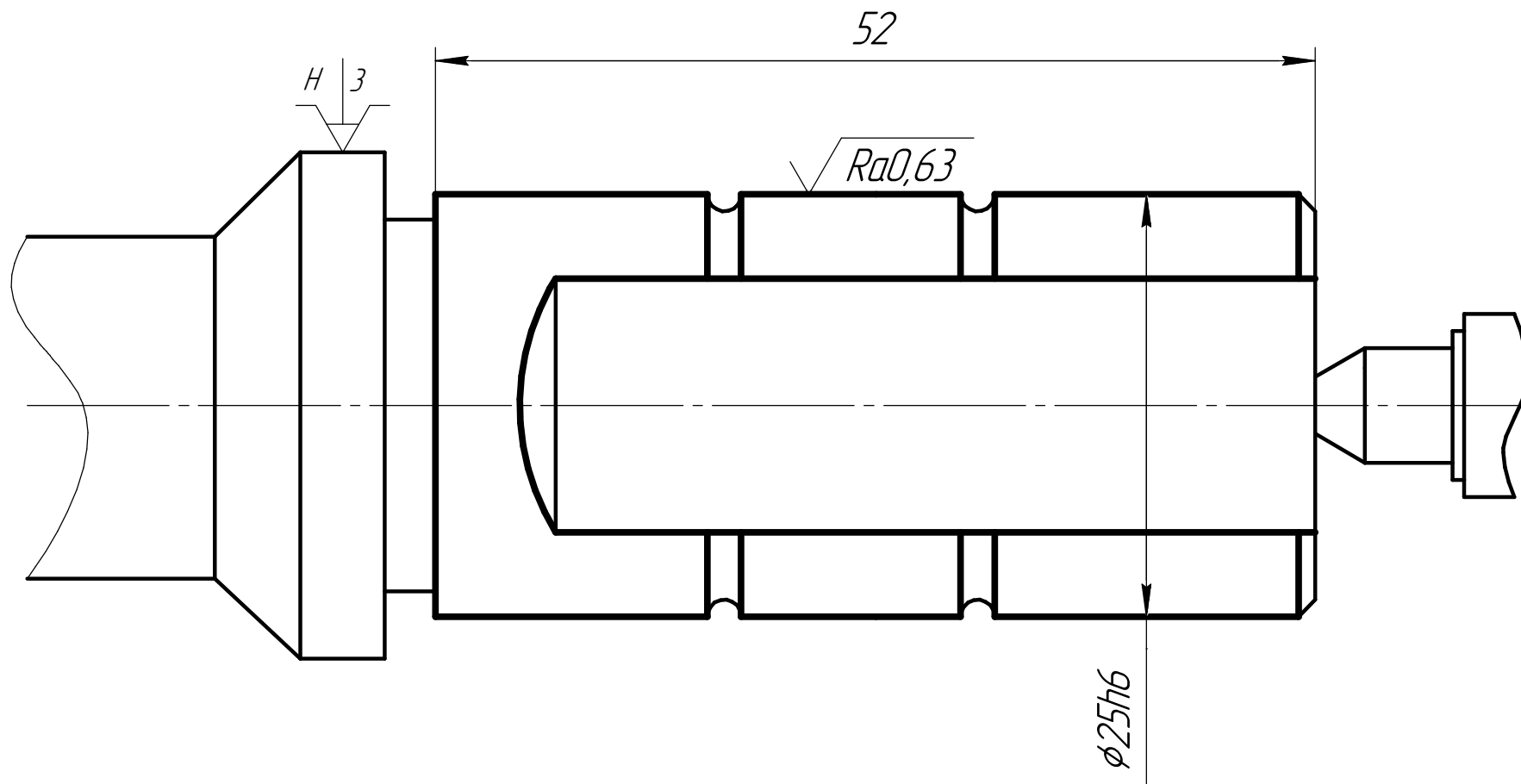
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Таран Е.С.						389216	
Провер.	Красновид Д.О.						20160	
Н.контр.	Красновид Д.О.				Оправка розточна збірна		ДП	025



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

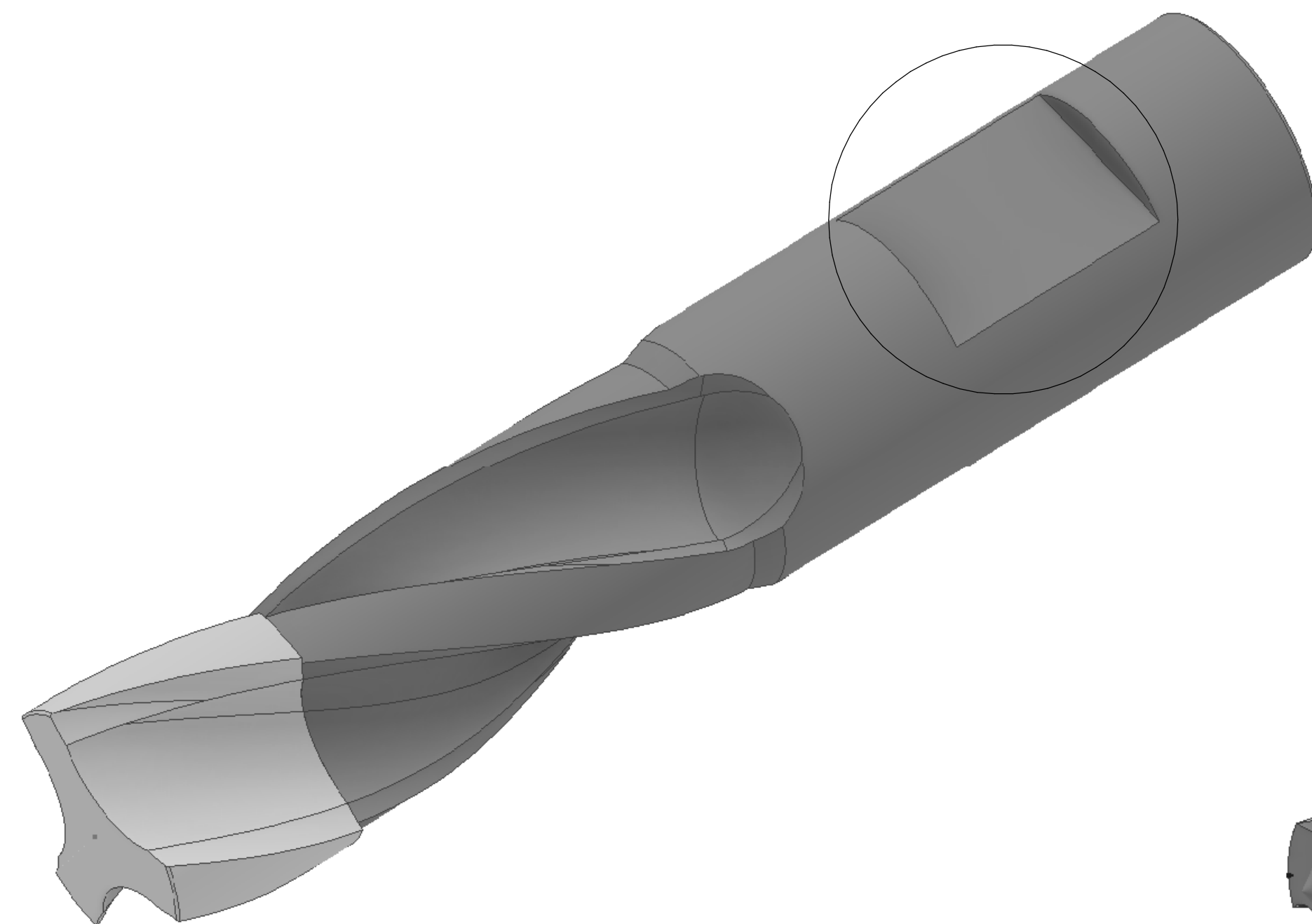
[illegible][illegible]

Аналіз конструкції оправки розточної збірної

Циліндричний хвостовик

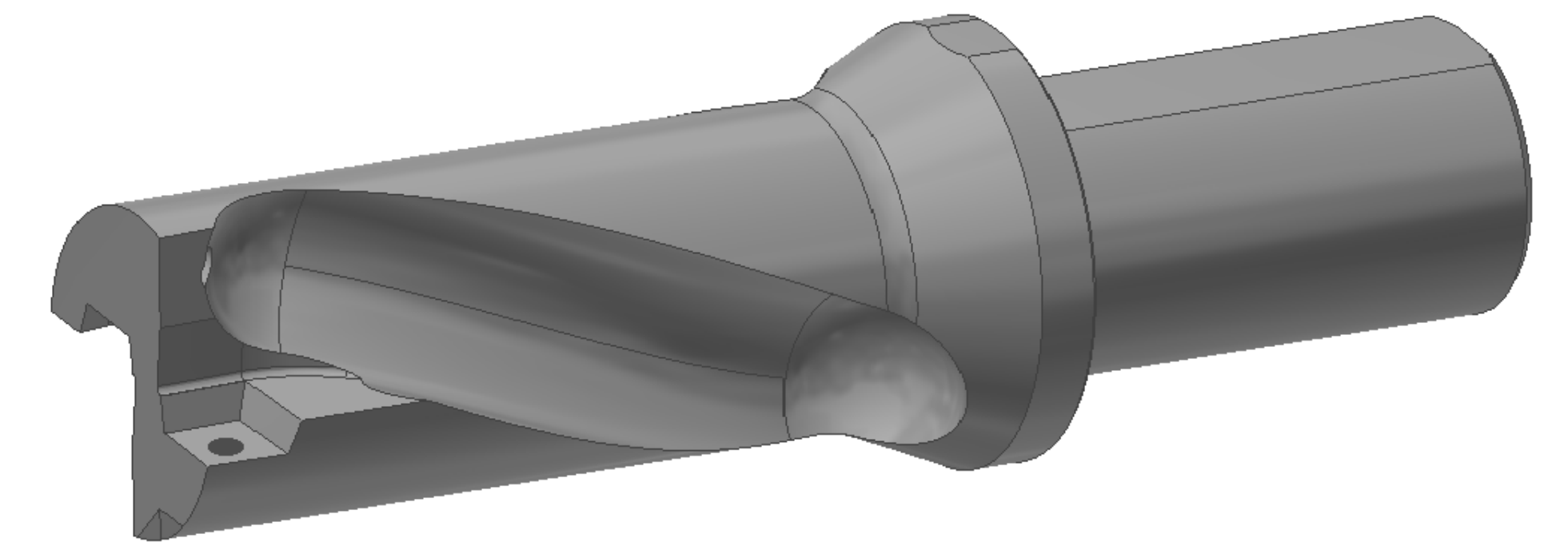
- Швидке кріплення інструменту як в трьохкулачковому, так і в цанговому патронах;
- Можливість регулювання вильоту інструменту;
- Немоżliвість передачі щодо великого крутного моменту через прослизання хвостовика.

Луска для надійного кріплення в патроні



- Швидке та надійне кріплення в патроні;
- Слугує для точного позиціювання в патроні;
- Щільне з'єднання з площиною іншої поверхні;
- Дозволяє утримувати інструмент від обертання.

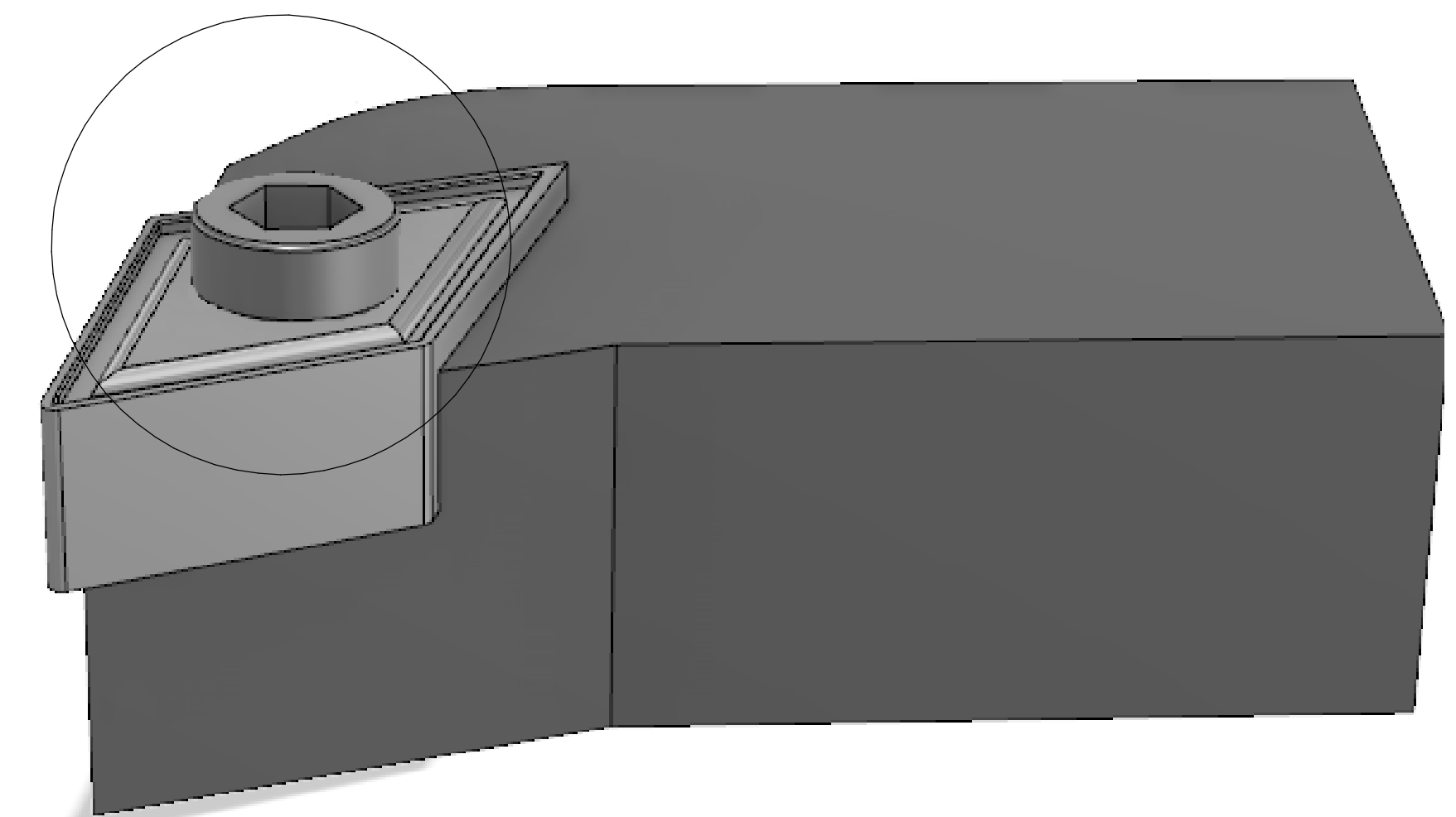
- Кільцева виточка слугує для фіксації в патроні та запобігає випаданню інструменту під час його закріплення;
- Швидке регулювання положення в патроні.



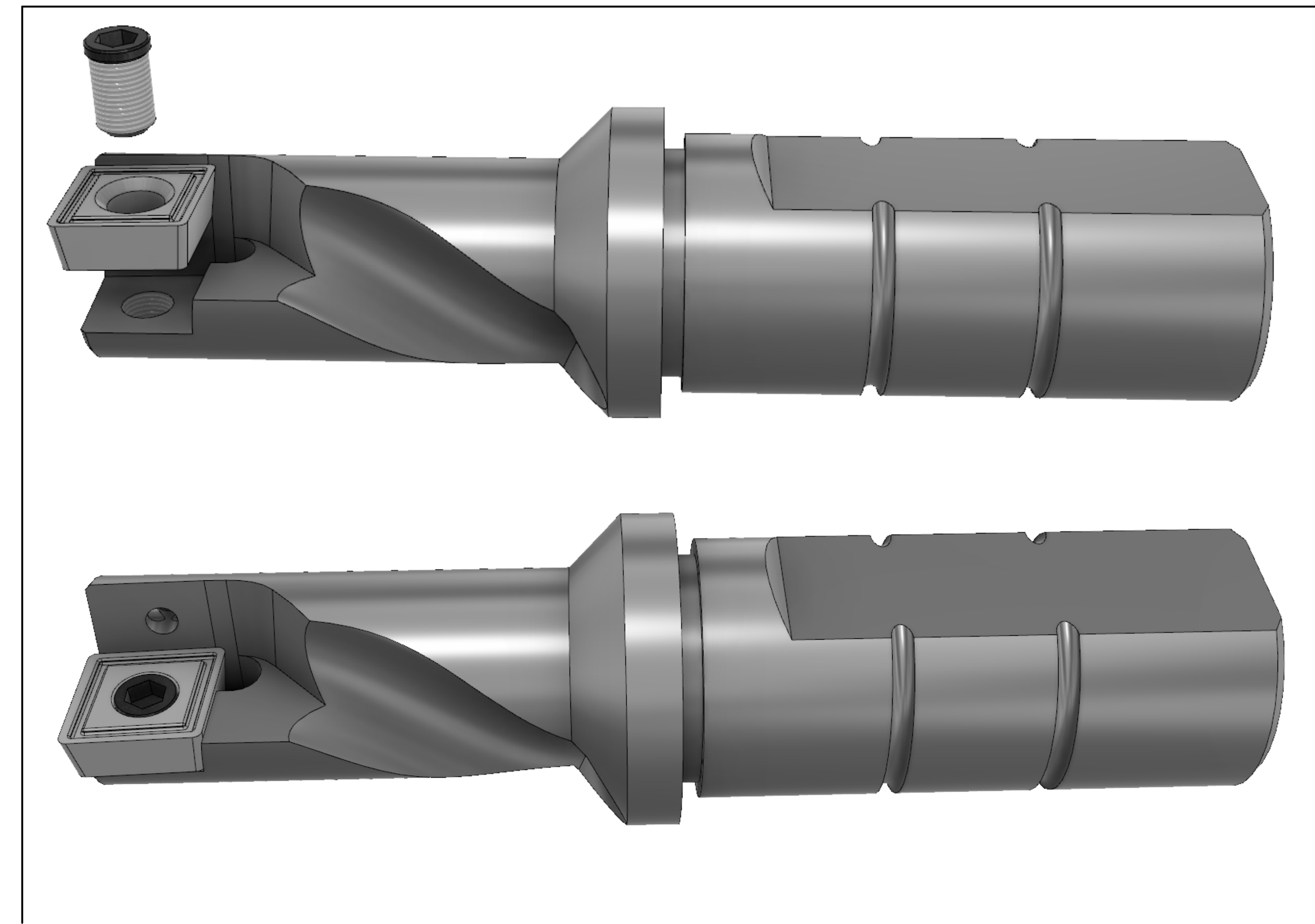
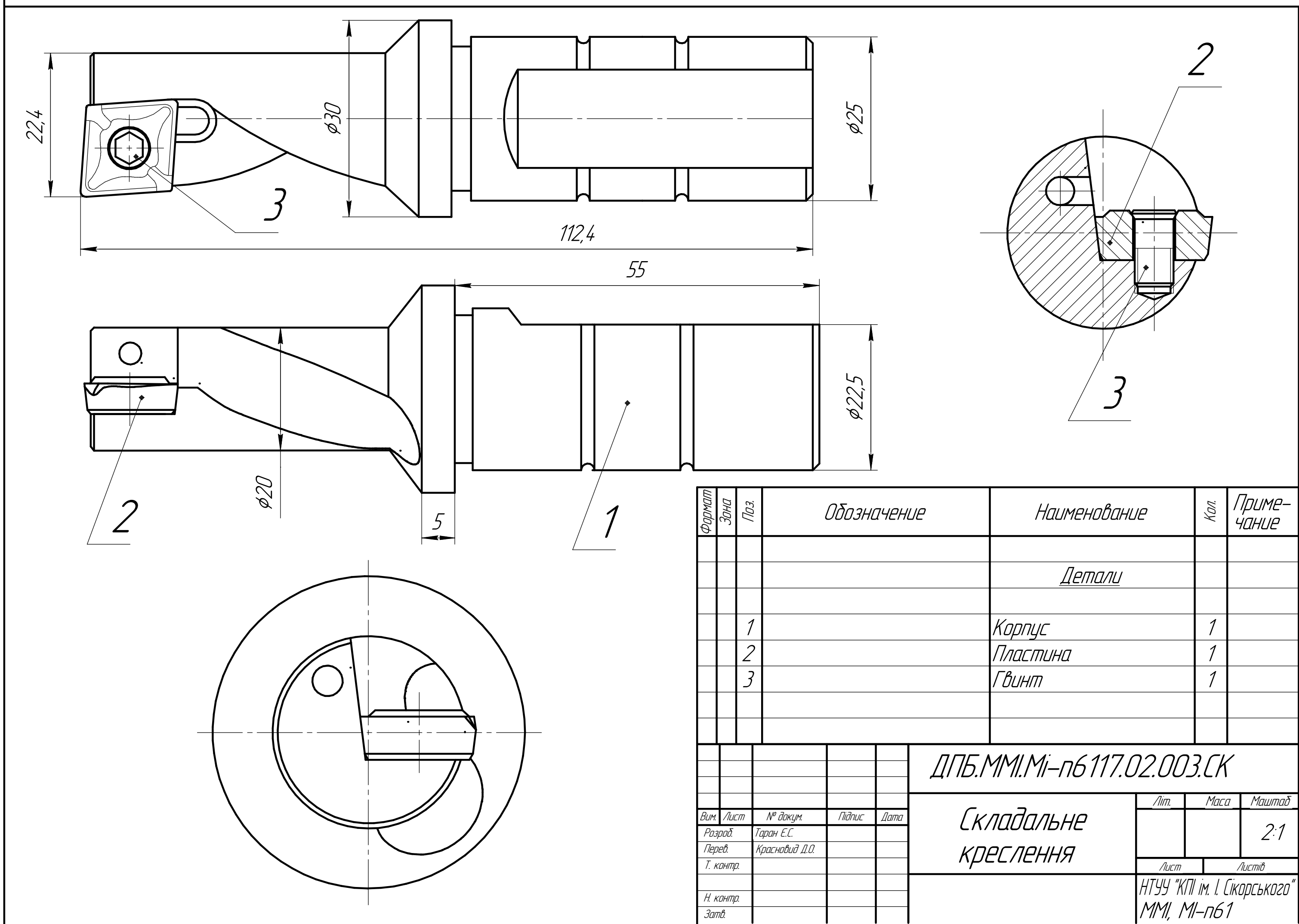
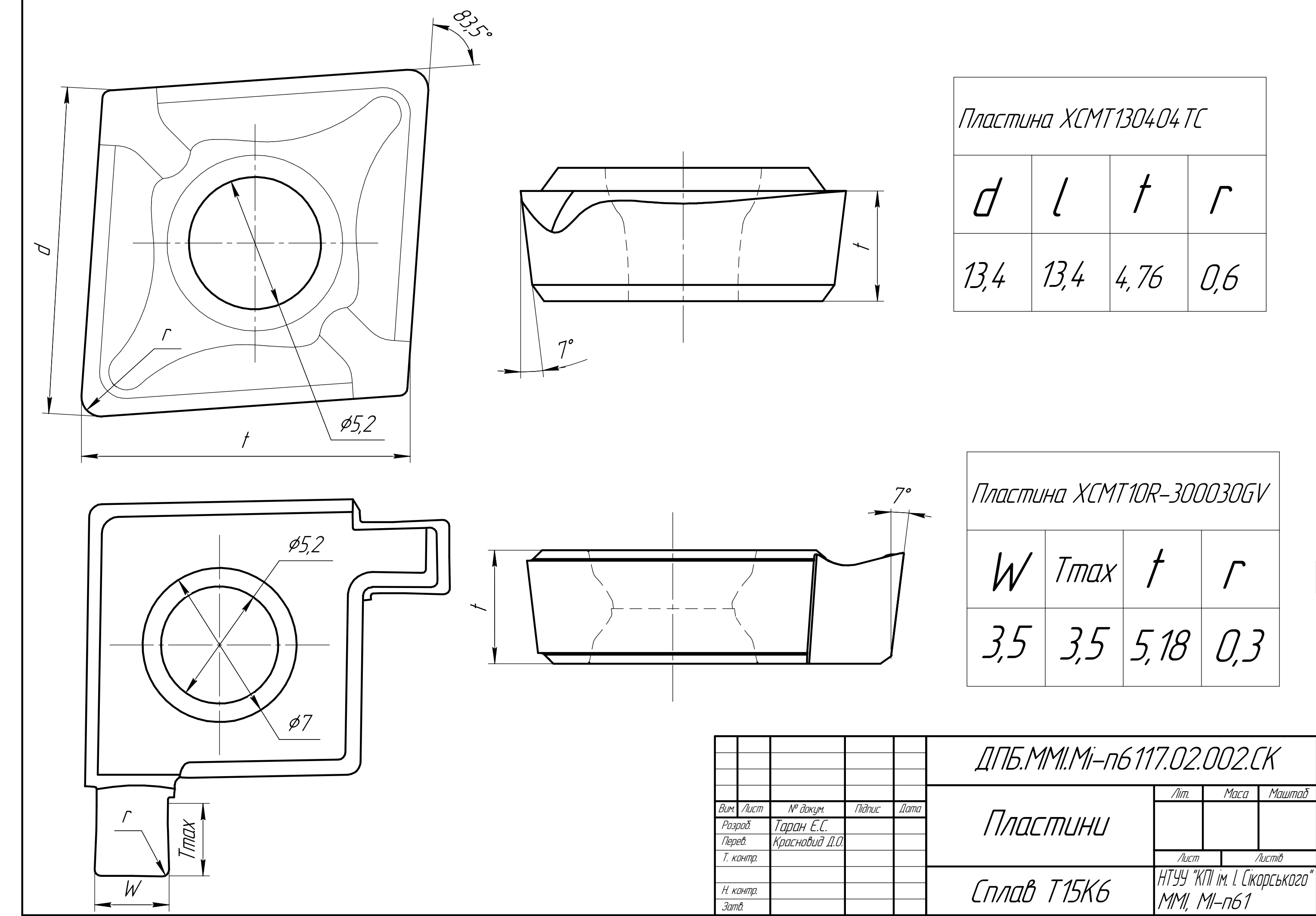
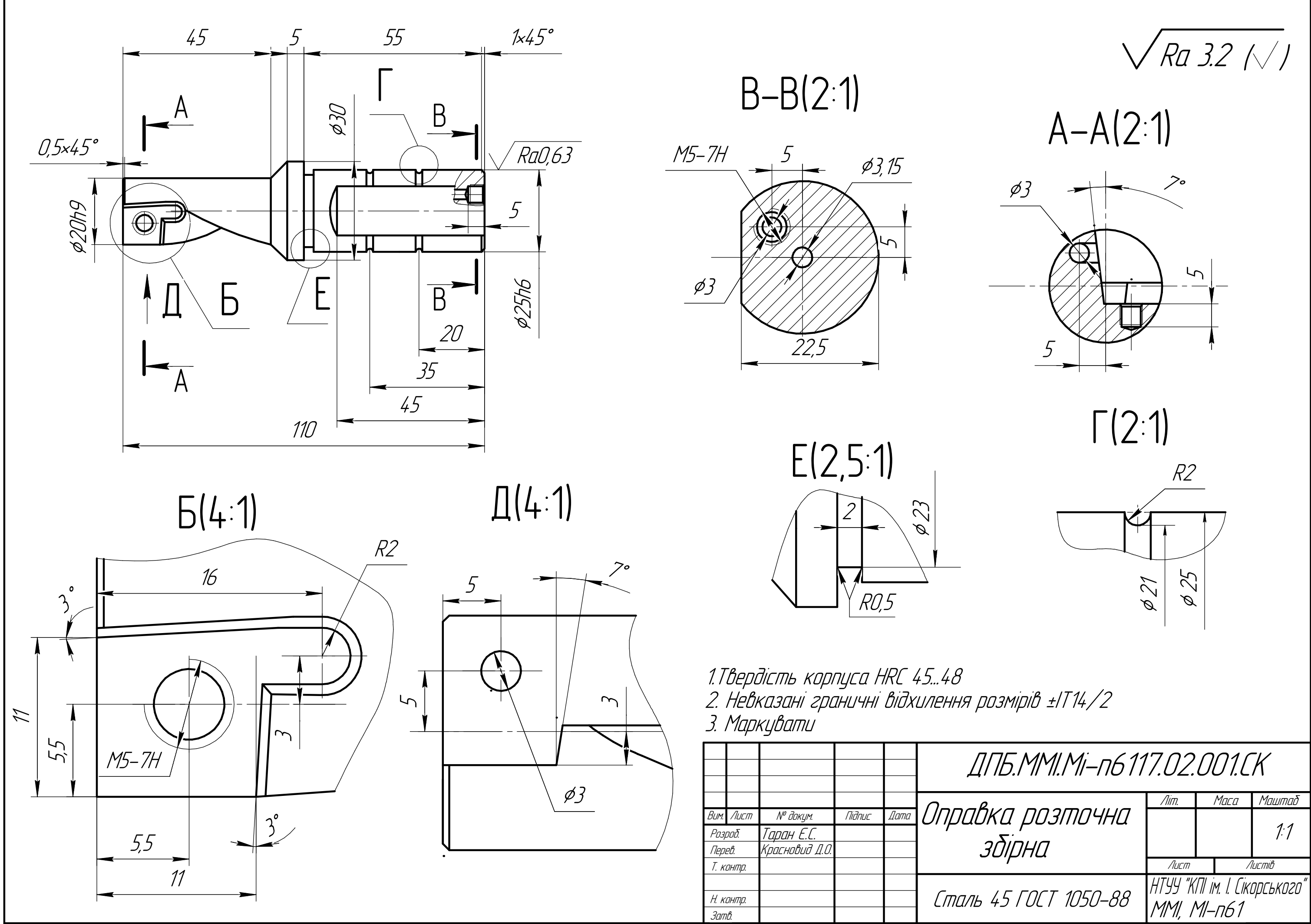
Змінний різальний інструмент у вигляді пластини

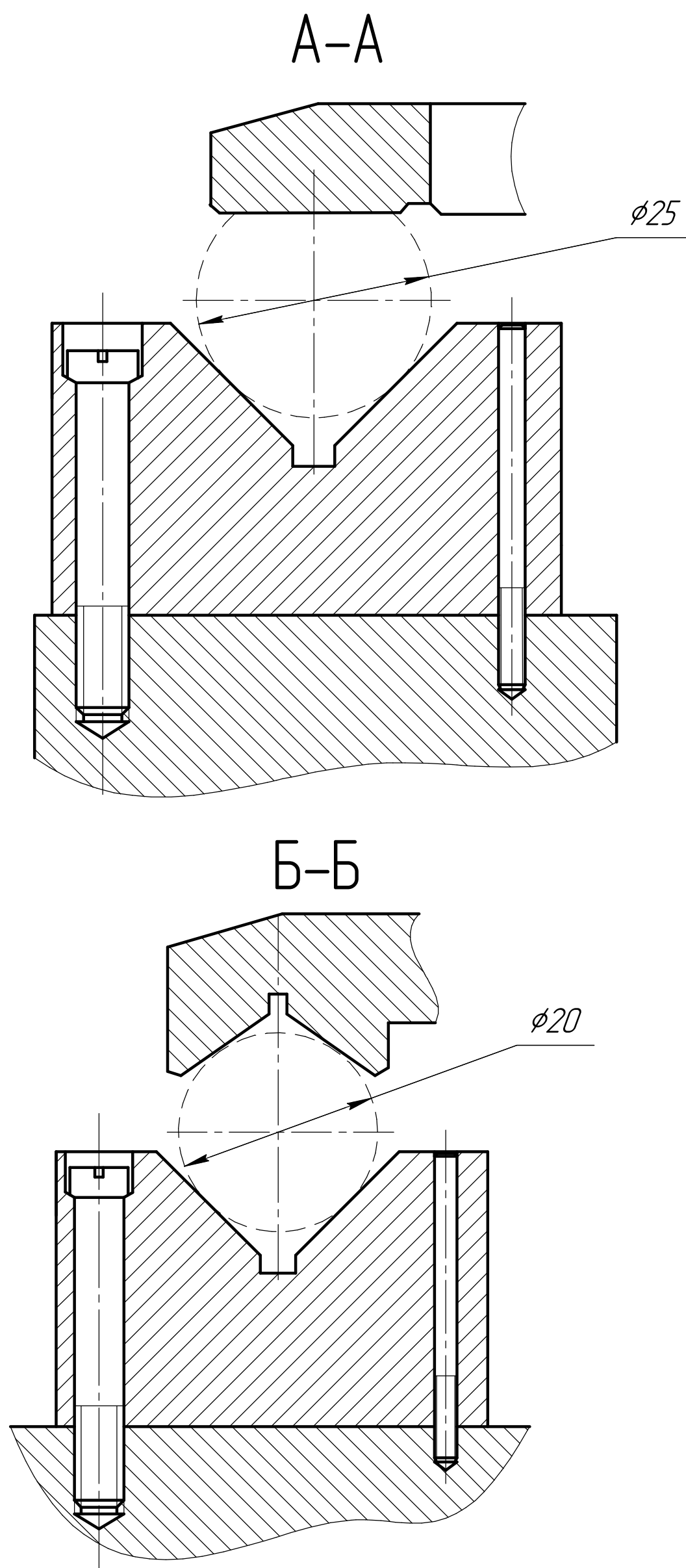
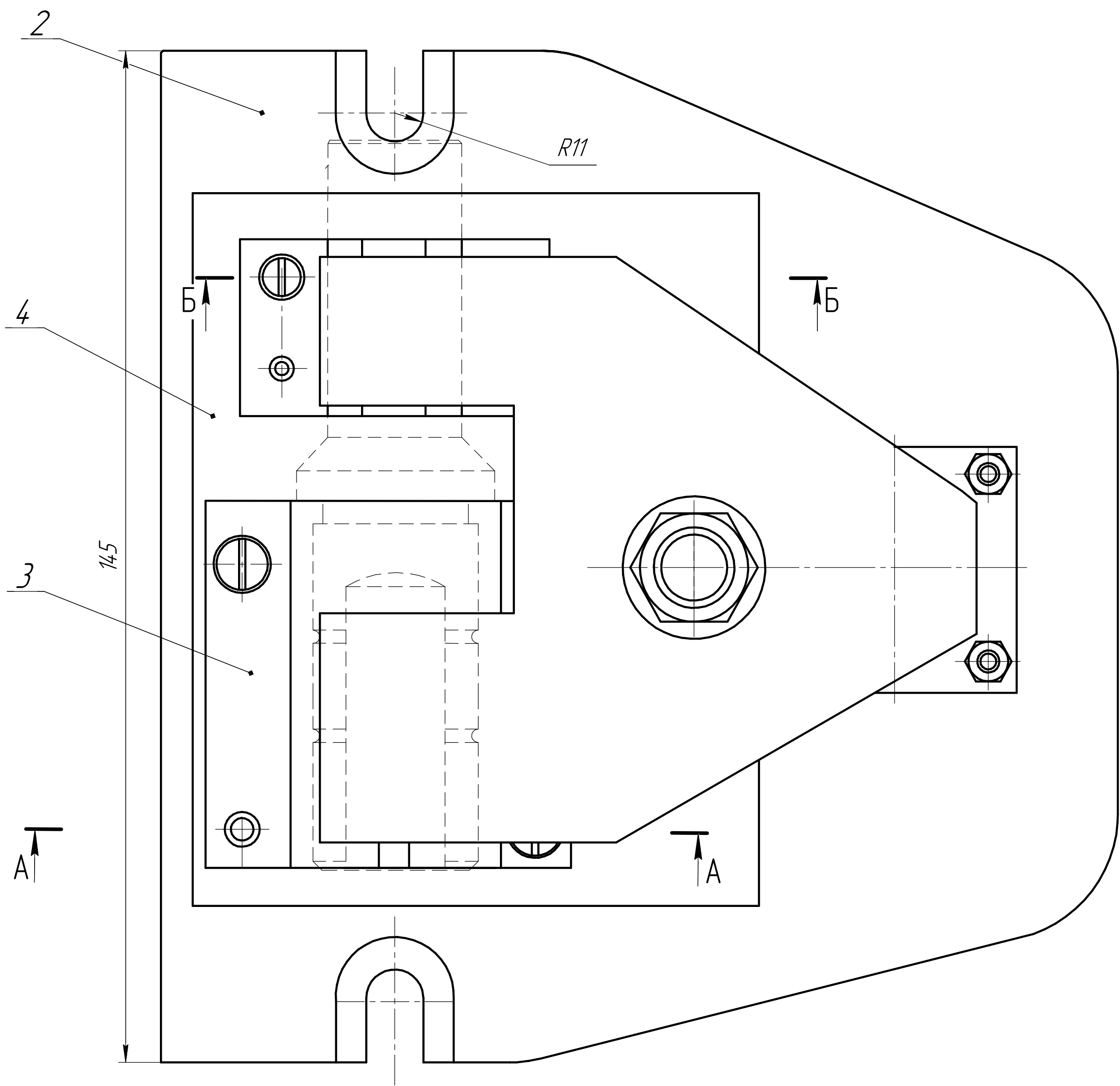
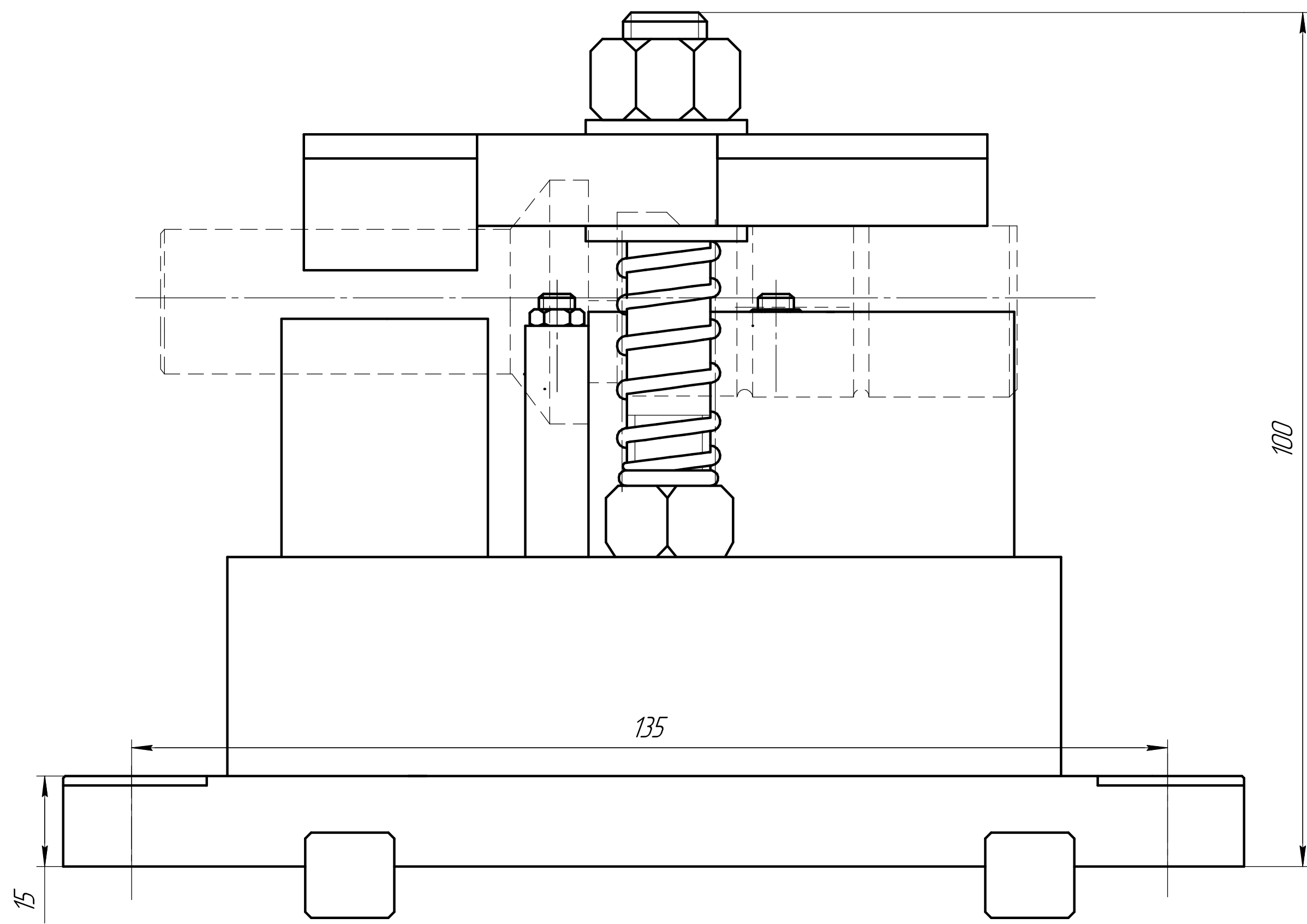
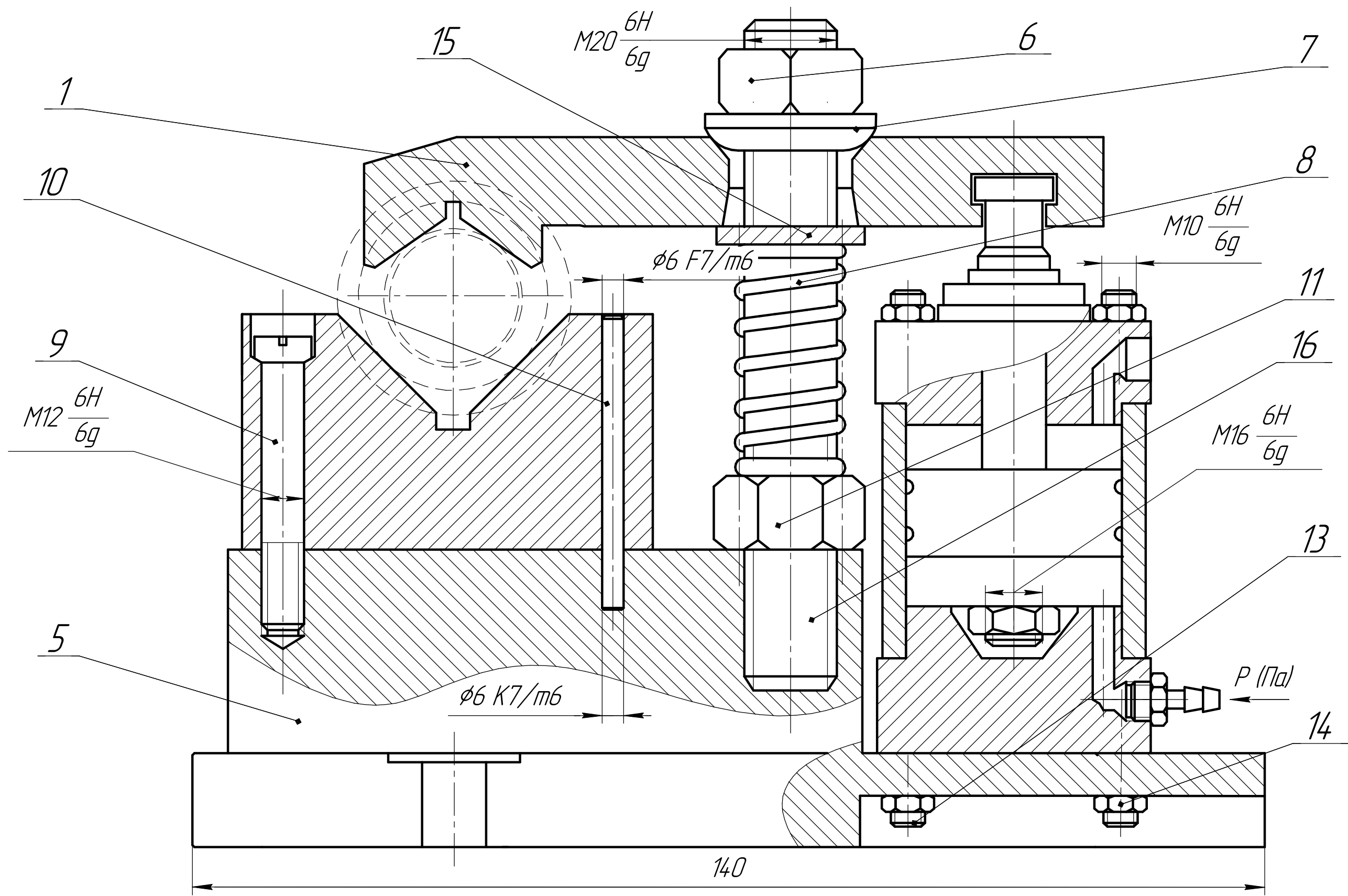
- Наявність 4-х різальних кромок у різального елемента;
- Великий асортимент різальних елементів;
- Можливість оброблювати зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні;
- Свердління отвору та точіння внутрішніх канавок.

Механічне кріплення пластини



- Дозволяє швидку зміну різального елемента;
- Жорстке механічне кріплення;
- Вища міцність, надійність та стійкість;
- Менші витрати на зміну та утилізацію пластин.



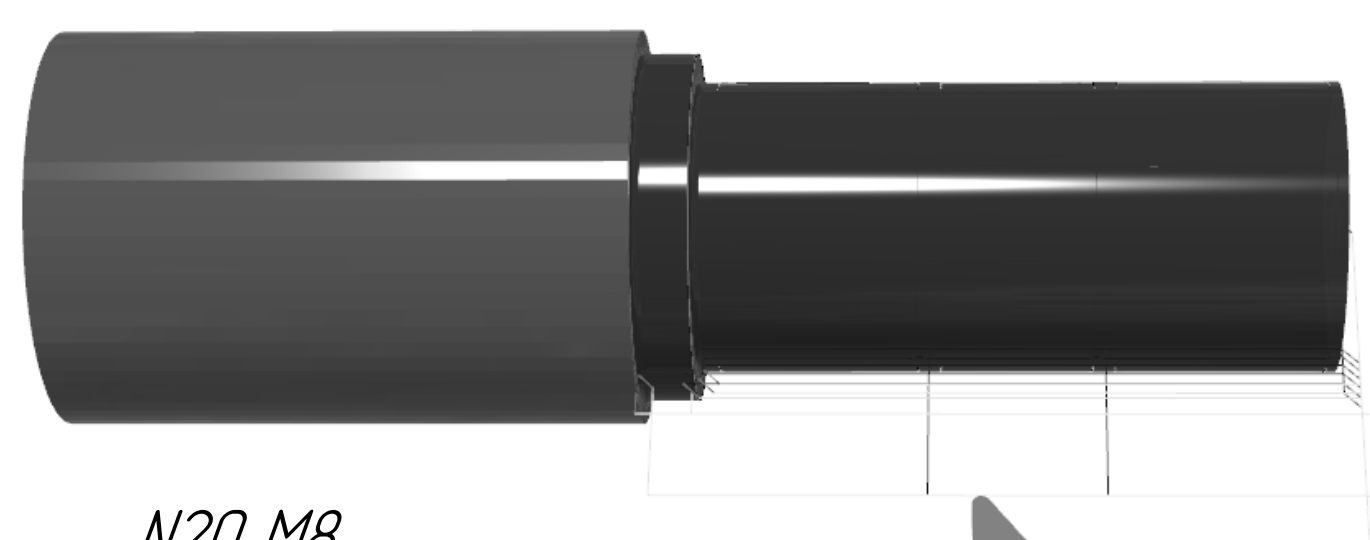


- Технічні характеристики
- Зусилля затиску $Q = 714\text{ Н}$;
 - Робочий тиск в пневмокамері $0,4\text{ МПа}$;
 - Спосіб встановлення деталі в пристосування – ручний;
 - Рухомі частини змастити мастилом Циатим-201 ГОСТ 6267-74;
 - Неуказані радіуси округлення $3...5\text{ мм}$;
 - Вимоги безпеки пристосування за ГОСТ 12.2.029-88

Формат	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А1				Складальне креслення	1	
				Деталі		
	2			Основа		
	5			Плита		
	8			Пружина		
	1			Коромисло		
	3			Призма		
				Стандартні вироби		
	16			Болт М12х70 ГОСТ 15591-70	1	
	6			Гайка М20х15-6Н ГОСТ 15521-70	1	
	7			Шайба А.20.37 ГОСТ 11371-78	1	
	9			Гвинт М12х125-6х45 ГОСТ 17473-80	4	
	10			Штифт 6х60 ГОСТ 3128-70	4	
	11			Гайка М20х15-6Н ГОСТ 15521-70	1	
	13			Болт М12х70 ГОСТ 15591-70	4	
	14			Гайка М12х15-6Н ГОСТ 15521-70	4	
	15			Шайба А.20.37 ГОСТ 11371-78	1	
ДПБ.ММ.Мі-п6 117.04.000.СК						
Ізм. Лист			№ док-м.		Лист	
Разраб.			Таран Е.С.		Листов	
Пров.			Красновид Д.О.		1	
Т.контр.					НТУУ "КПІ ім. І.Сікорського"	
Н.контр.			Красновид Д.О.		ММ, Мі-п61	
Утв.					Формат А1	

Розробка керуючої програми для обробки інструменту на верстаті з ЧПК

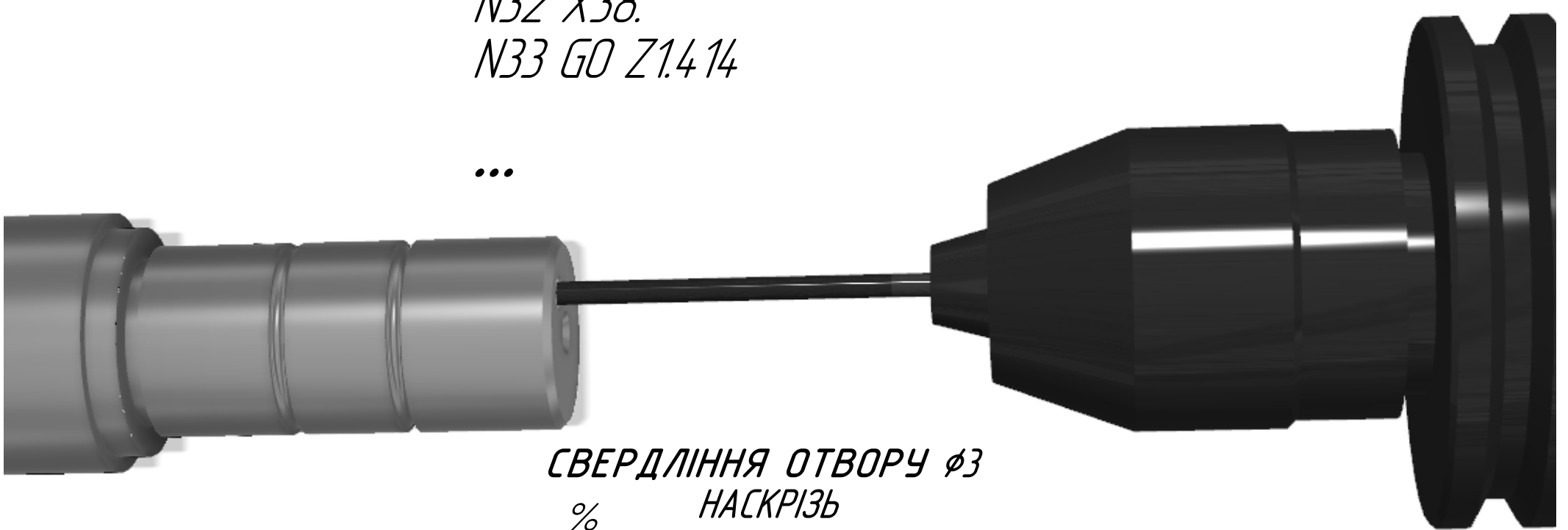
Точіння хвостовика



N10 G98 G18
N11 G21
N12 G50 S6000
N13 M31
N14 G53 G0 X0.

(Profile3)
N15 T101
N16 G99
N17 M22
N18 G97 S629 M3
N19 G54

N20 M8
N21 G0 X54. Z5.
N22 G50 S5000
N23 G96 S107 M3
N24 G0 Z14.14
N25 X35.803
N26 G1 X34.828 F0.127
N27 X32. Z0.
N28 Z-55.791
N29 Z-55.794
N30 Z-59.76
N31 X34.
N32 X38.
N33 G0 Z14.14
...



СВЕРДЛІННЯ ОТВОРУ Ø3
НАСКРІЗЬ

ЦЕНТРУВАННЯ
%
O1001
N10 G98 G18
N11 G21
N12 M31
N13 G53 G0 X0.

(Drill15)
N14 T505
N15 G98
N16 M22
N17 G97 S7280 M3
N18 G54
N19 G0 X0. Z15.
N20 G17
N21 G0 Z5.
N22 Z15.
N23 Z5.
N24 G81 X0. Z-6.5 R15 F312.
N25 G80
N26 Z15.
N27 G53 X0.
N28 G53 Z0.
N29 M30
%

N20 M8
N21 G0 X34. Z5.
N22 G50 S5000
N23 G96 S107 M3
N24 G0 Z-55.
N25 X22.
N26 G1 X25. F0.0508
N27 X22.
N28 G0 X34.
N29 Z5.
N30 G97 S999 M3
N31 M9
N32 G53 X0.
N33 G53 Z0.
N34 M30
%

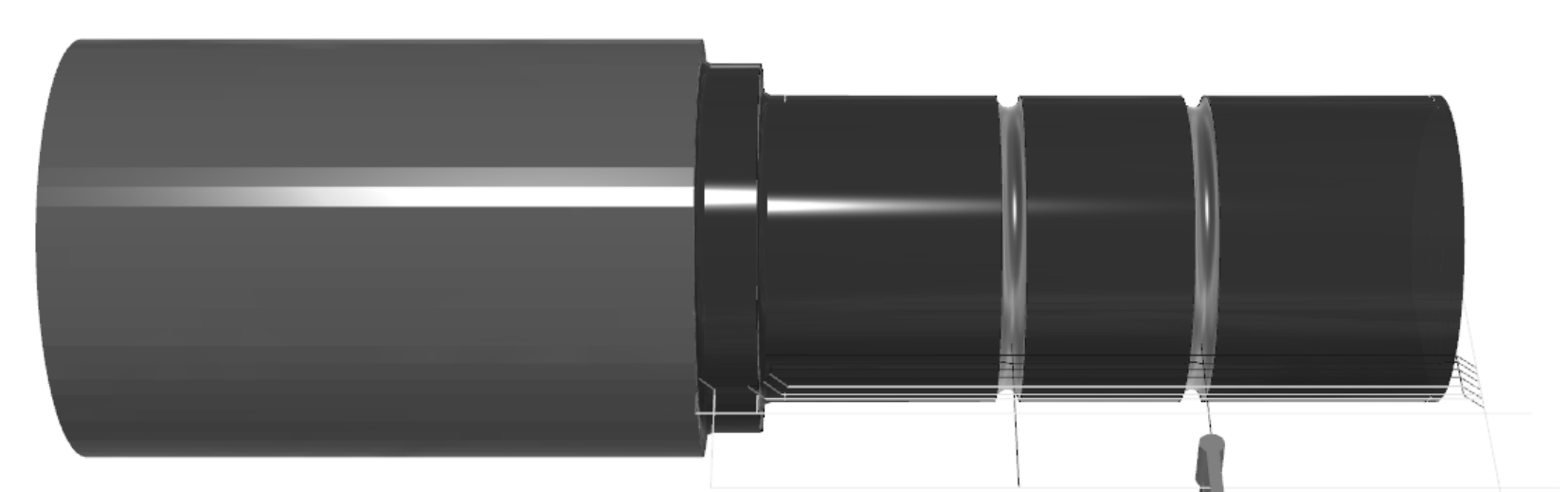
СВЕРДЛІННЯ ОТВОРУ Ø5

%
O1001
N10 G98 G18
N11 G21
N12 M31
N13 G53 G0 X0.

(Drill15)
N14 T505
N15 G98
N16 M22
N17 G97 S7280 M3
N18 G54
N19 G0 X0. Z15.
N20 G17
N21 G0 Z5.
N22 Z15.
N23 Z5.
N24 G81 X0. Z-6.5 R15 F312.
N25 G80
N26 Z15.

N27 G53 X0.
N28 G53 Z0.
N29 M30
%

Точіння канавок

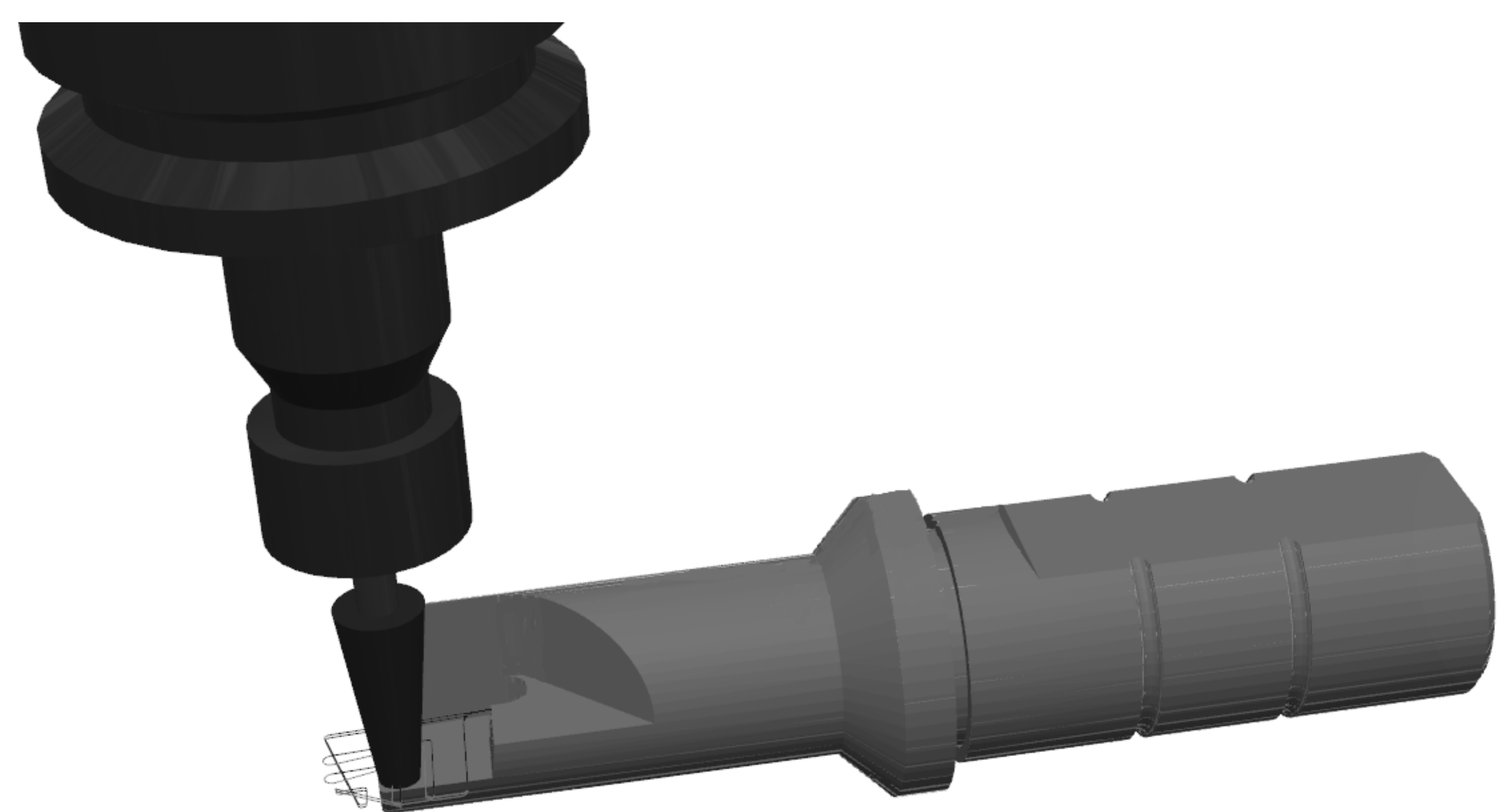


%
O1001
N10 G98 G18
N11 G21
N12 G50 S6000
N13 M31
N14 G53 G0 X0.

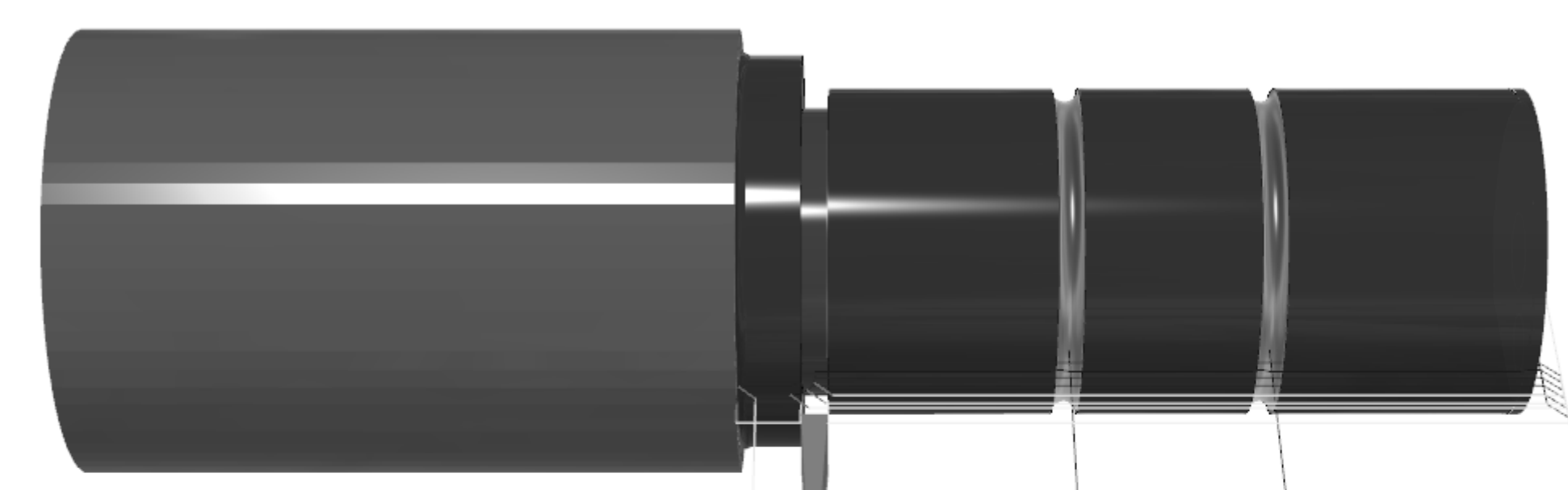
(Single Groove1)
N15 T200
N16 G99
N17 M22
N18 G97 S539 M3
N19 G54
N20 M8
N21 G0 X54. Z6.

N22 G50 S5000
N23 G96 S91 M3
N24 G0 Z-35.
N25 G1 X14. F0.127
N26 X54.
N27 G0 Z-20.
N28 G1 X14. F0.127
N29 X54.
N30 G0 Z6.
N31 G97 S539 M3

N32 M9
N33 G53 X0.
N34 G53 Z0.
N35 M30
%



Точіння канавки для виходу інструменту



%
O1001
N10 G98 G18
N11 G21
N12 G50 S6000
N13 M31
N14 G53 G0 X0.

(Single Groove2)
N15 T1111
N16 G99
N17 M22
N18 G97 S999 M3
N19 G54
N20 M8
N21 G0 X34. Z5.

N22 G50 S5000
N23 G96 S107 M3
N24 G0 Z-55.
N25 X22.
N26 G1 X25. F0.0508
N27 X22.
N28 G0 X34.
N29 Z5.
N30 G97 S999 M3

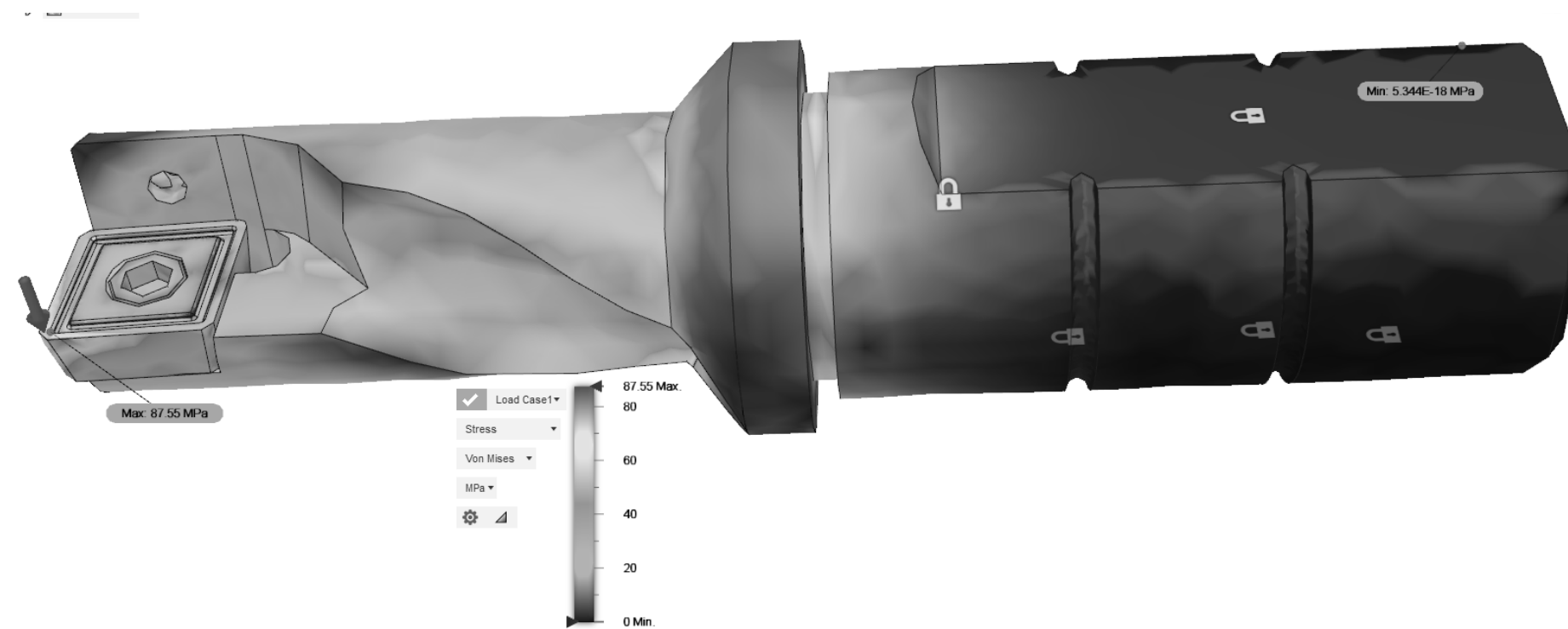
N31 M9
N32 G53 X0.
N33 G53 Z0.
N34 M30
%

ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗУ ПІД ТВЕРДОСПЛАВНУ ПЛАСТИНУ

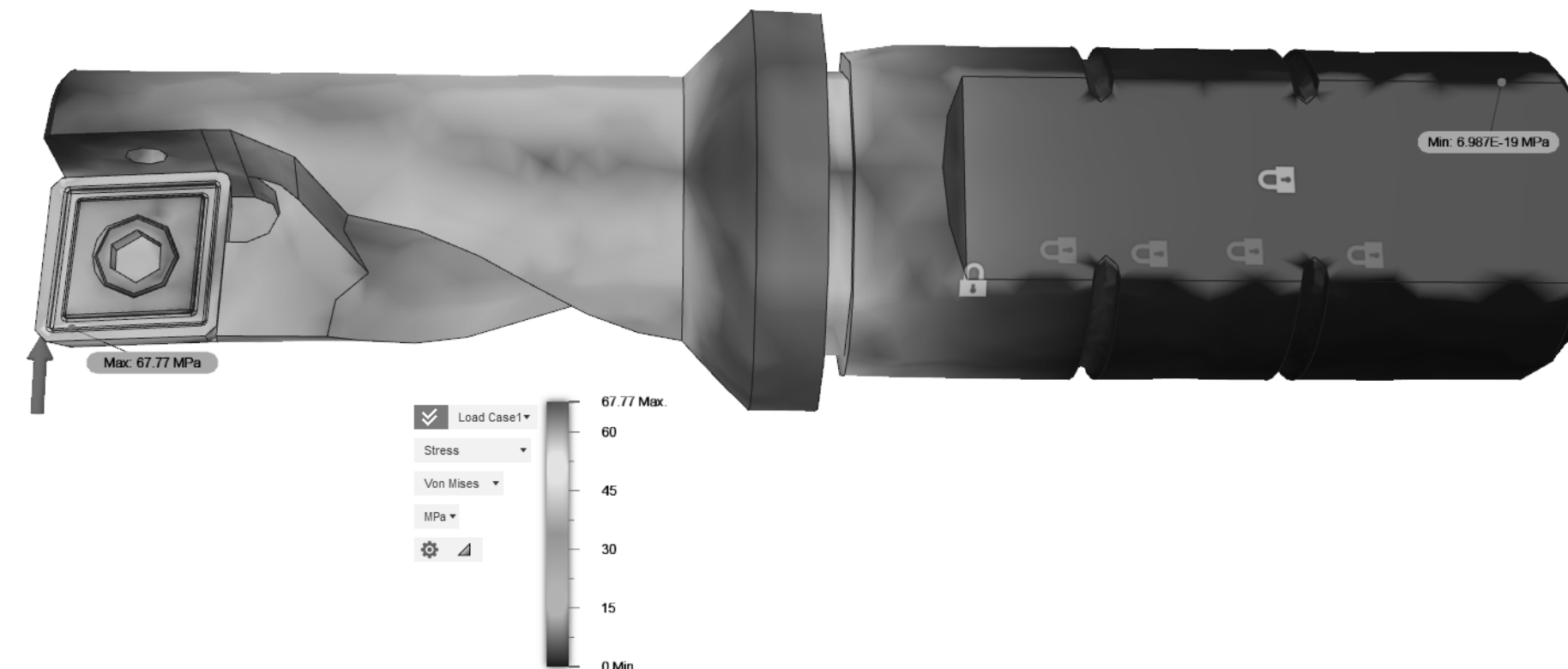
(T1 D=4. CR=0. TAPER=7DEG
ZMIN=-17.5 - TAPERED MILL)
G90 G94 G91.1 G40 G49 G17
G21
G28 G91 Z0.
G90
(2D POCKET4)
M5
M9
T1 M6
S5000 M3
G54
M8
G0 X15.437 Y12.551
G43 Z15. H1
Z5.
G1 Z0.1 F1000.
X15.431 Y12.546 Z0.022
X15.415 Y12.53 Z-0.053
X15.388 Y12.504 Z-0.122
...

ЗАВАНТАЖЕННЯ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ОБРОБЛЕННІ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ІНСТРУМЕНТУ

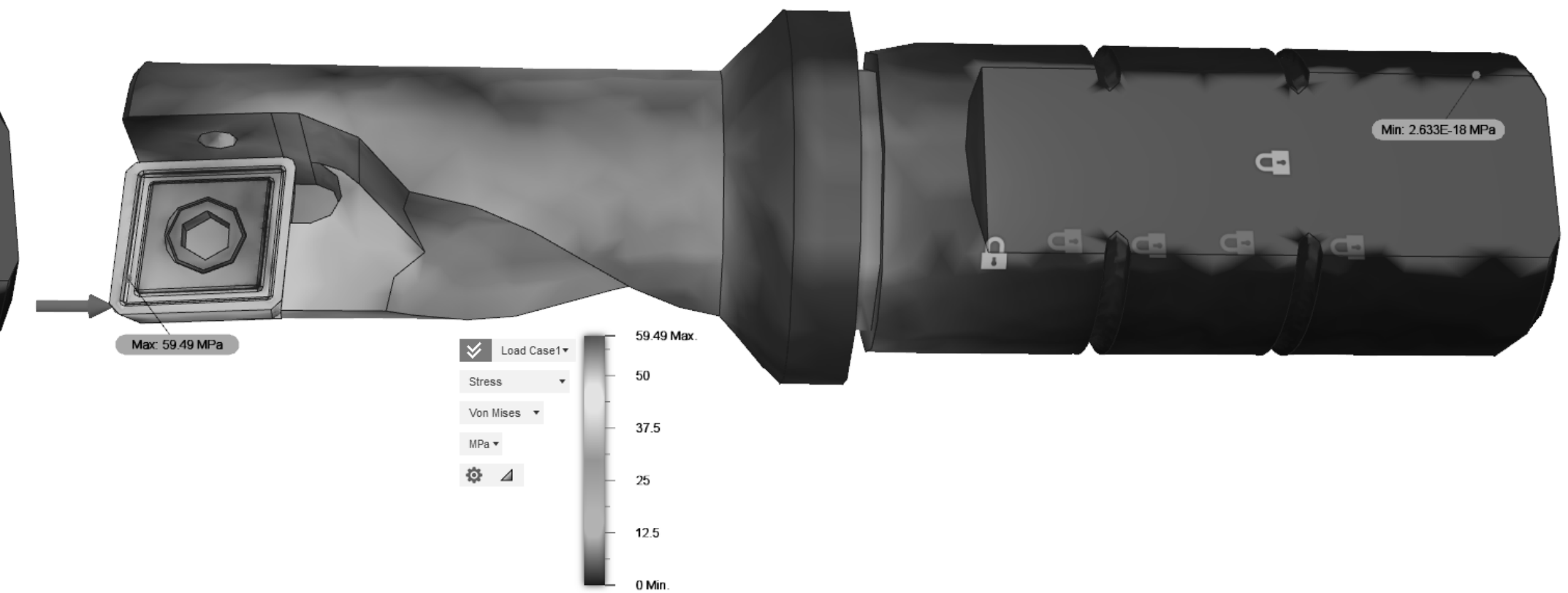
Напруження інструменту
при дії сили P_z



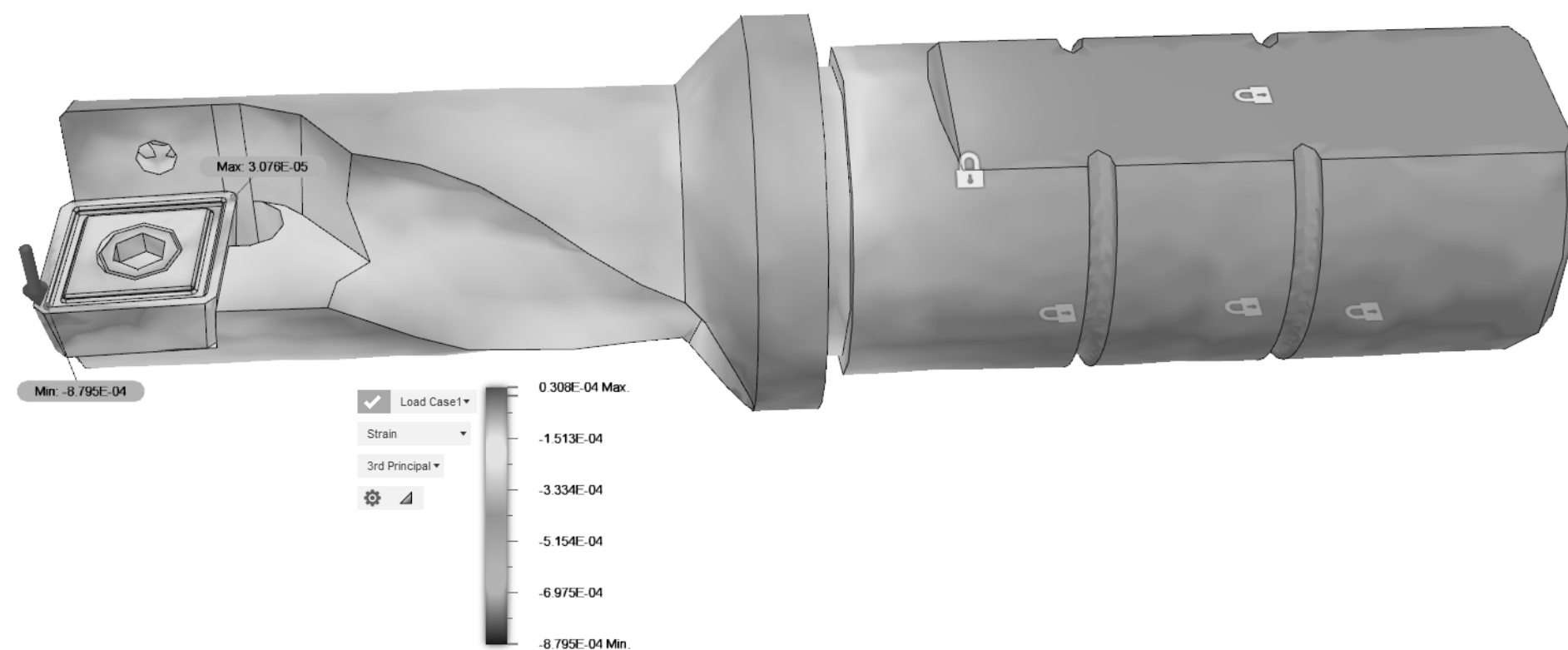
Напруження інструменту
при дії сили P_x



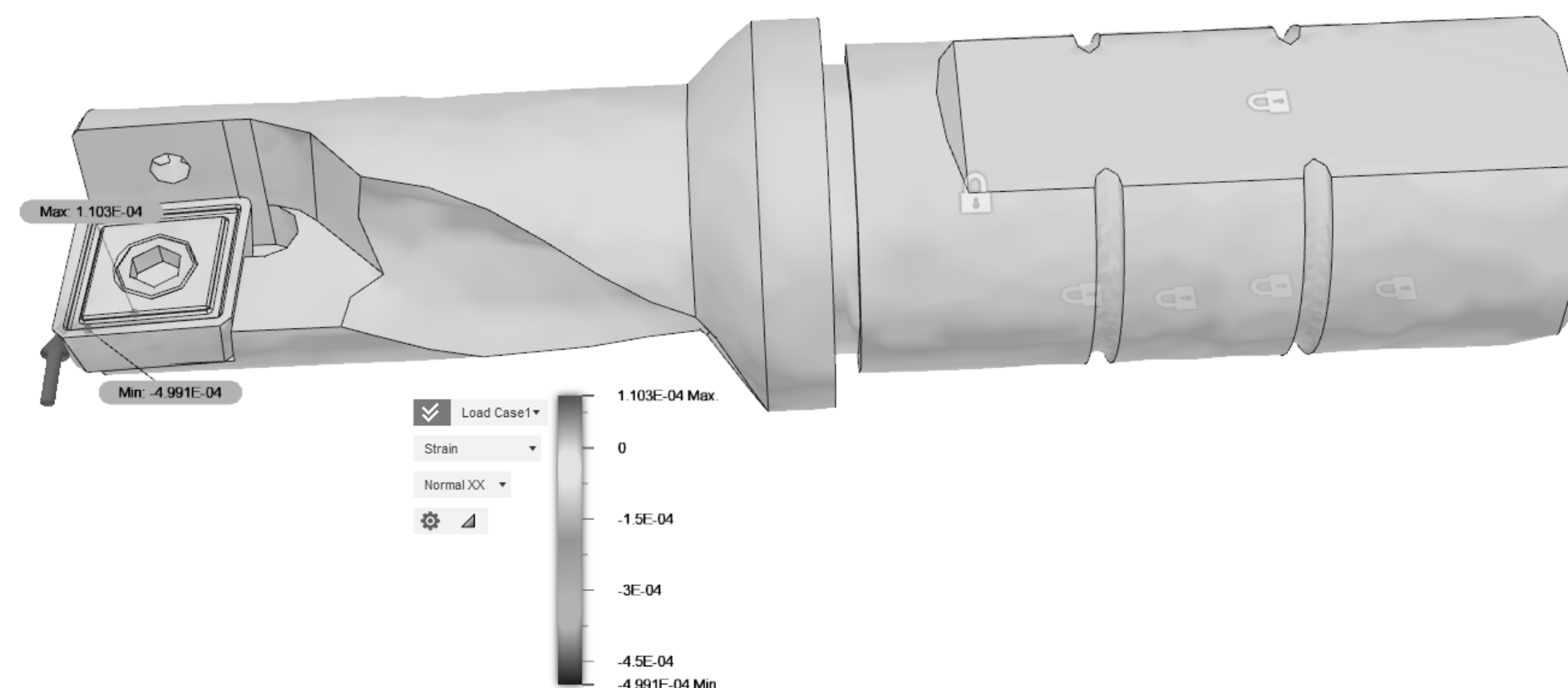
Напруження інструменту
при дії сили P_y



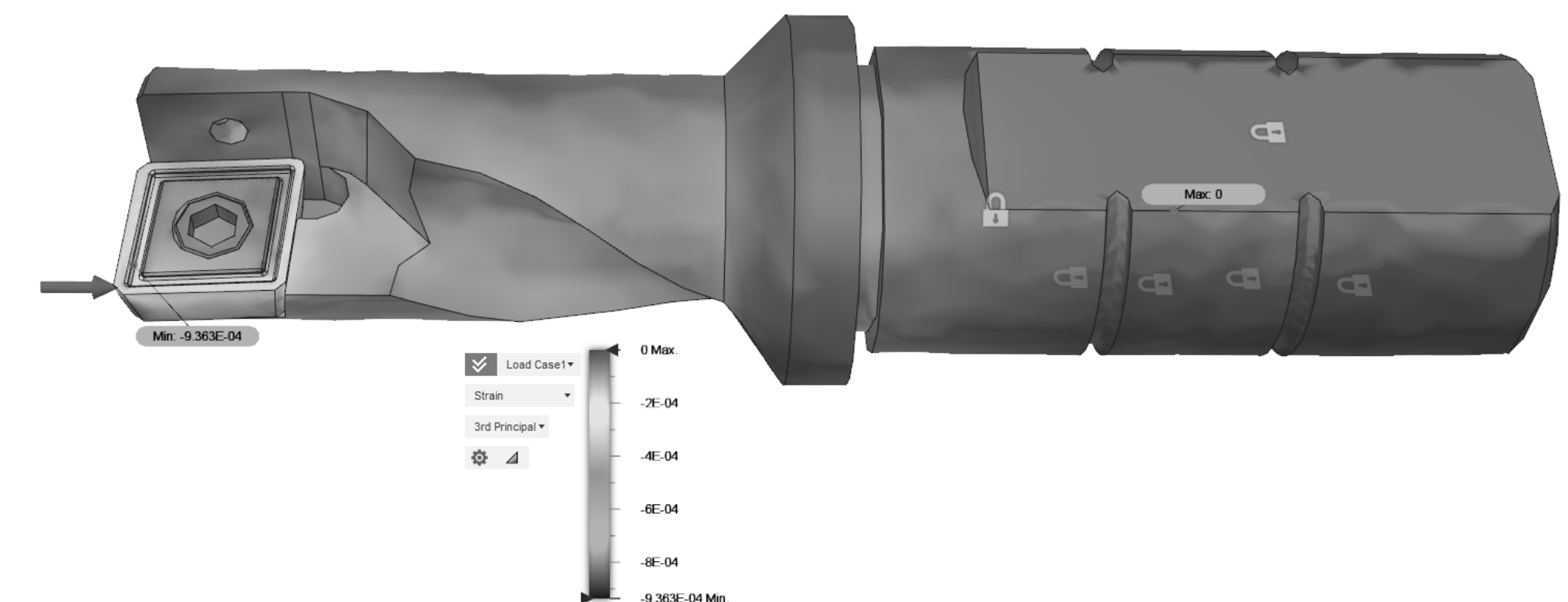
Деформація інструменту
при дії сили P_z



Деформація інструменту
при дії сили P_x



Деформація інструменту
при дії сили P_y



Тангенціальна сила $P_z=585\text{H}$.

Напруження інструмента: $\min: 5,344\text{E}-18 \text{ MPa}$.
 $\max: 87,55\text{MPa}$.

Деформація інструмента: $\max: 3,076\text{E}-05$;
 $\min: -8,795\text{E}-04$

Осьова сила $P_x=305\text{H}$.

Напруження інструмента: $\min: 6,987\text{E}-19 \text{ MPa}$.
 $\max: 67,77\text{MPa}$.

Деформація інструмента: $\max: 1,103\text{E}-04$;
 $\min: -4,991\text{E}-04$;

Радіальна сила $P_y=262\text{H}$.

Напруження інструмента: $\min: 2,633\text{E}-18 \text{ MPa}$.
 $\max: 59,49\text{MPa}$.

Деформація інструмента: $\max: 0$;
 $\min: -9,363\text{E}-04$;